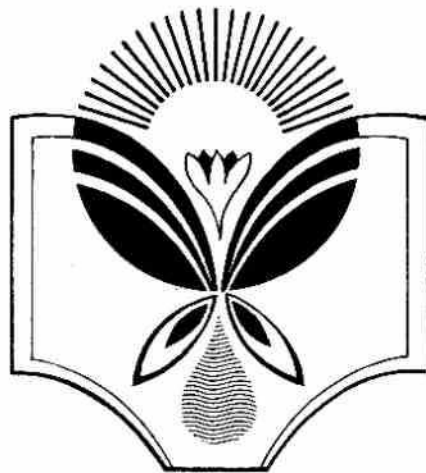




Наукові закрески

**Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка**

Серія: біологія



Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2015. — № 2 (63). — 126 с.

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
від 23.06.2015 р. (протокол № 11)*

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

Л. І. БОЙКО

МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ПАГОНІВ ВИДІВ РОДУ *PITTOSPORUM* BANKS ET SOL.
В ЗВ'ЯЗКУ З УМОВАМИ УТРИМАННЯ..... 5

Л. П. ЛИСОГОР

ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ФЛОРИ ПЕРЕЛОГІВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО
СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я 8

Р. К. МАТЯШУК

ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНОЇ МІНЛИВОСТІ СЕЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ
ХРИЗАНТЕМИ ДРІБНОКВІТКОВОЇ..... 13

ГІДРОБІОЛОГІЯ

Н. Р. ДЕМЧЕНКО

РОЗВИТОК БАКТЕРІОЦЕНОЗУ КОРОПА ДЗЕРКАЛЬНОГО
(*CYPRINUS SPECULARIS*) ПІД ВПЛИВОМ ПОЛЮТАНТІВ..... 18

Н. В. ЗАЧЕНКО

ПАРАЗИТИ БИЧКОВИХ РИБ В ДЕЯКИХ КОНТИНЕНТАЛЬНИХ
ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ..... 22

О. О. РАБЧЕНЮК, В. О. ХОМЕНЧУК, В. З. КУРАНТ

ВПЛИВ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЙОНІВ Fe^{3+} НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ
ПОКАЗНИКИ КОРОПА ТА ЩУКИ..... 28

ЕКОЛОГІЯ

О. В. ГУЛАЙ, О. М. ЖУКОРСЬКИЙ, В. В. ГУЛАЙ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ВЗАЄМОДІЙ *ONDATRA ZIBETHICUS*
З ПАТОГЕННИМИ БАКТЕРІЯМ *ERYSIPELOTTHRIX RHUSIOPATHIAE*
СЕРОЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ..... 32

С. В. ЛАПА, Л. О. КРЮЧКОВА, Л. А. ДАНКЕВИЧ, Л. В. АВДЄЄВА

СПЕЦИФІЧНА ДІЯ БІОПРЕПАРАТУ НА ОСНОВІ БАЦИЛ
ЩОДО ФІТОПАТОГЕНІВ..... 36

О. А. МАТВІЙЧУК

ВИДОВИЙ СКЛАД ТА ЕКОЛОГІЧНА СТРУКТУРА АВІФАУНИ ВЕРХНЬОГО
І СЕРЕДНЬОГО ПОБУЖЖЯ..... 41

Л. Г. ПЕТРИНА, М. І. МОЙСЕЄНКО, В. І. КРАВЕЦЬ

РАДІОГЕННІ ЗМІНИ ВМІСТУ РНК У КІСТКОВОМУ МОЗКУ ЗА РІЗНИХ
РЕЖИМІВ γ -ОПРОМІНЕННЯ ТВАРИН..... 46

В. В. ПОЗУР, В. М. СВЯТЕЦЬКА, В. С. УСОК, М. С. ПОТАПЕНКО, Г. С. ДИМЕНТ,

Д. С. ЯНКОВСЬКИЙ, М. П. РУДИК

РЕАКЦІЯ ЛІМФОЇДНИХ ОРГАНІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ
МУЛЬТИПРОБІОТИКА «СИМБІТЕР АЦИДОФІЛЬНИЙ»
У ЩУРІВ З ГЛУТАМАТНИМ ОЖИРІННЯМ..... 50

А. О. ПОТРОХОВ

АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН
NICOTIANA TABACUM L З ГЕНОМ *IFN-A2B* ЛЮДИНИ, ІНФІКОВАНИХ
ВІРУСОМ ТЮТЮНОВОЇ МОЗАЇКИ..... 58

ЗМІСТ

БІОХІМІЯ

- О. Ю. ГАЛКІН, Ю. В. ГОРШУНОВ, О. М. ДУГАН
РОЗРОБКА ІМУНОАФІННОГО МЕТОДУ ВИДІЛЕННЯ IgE ЛЮДИНИ
ІЗ БІОЛОГІЧНИХ РІДИН..... 65

ОГЛЯДИ

- Л. О. ГОРБАТЮК
ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА
В РЕТРОСПЕКТИВІ ТА НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ (ОГЛЯД) 73
- Л. В. МУЗИКА, Г. Є. КИРИЧУК
ВМІСТ КАРОТИНОЇДНИХ ПІГМЕНТІВ В ОРГАНІЗМІ
ПРІСНОВОДНИХ МОЛЮСКІВ..... 84

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

- ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ БІОЛОГІЇ, ДЕНДРОЛОГІЇ,
ІНТРОДУКЦІЇ ТА АКЛІМАТИЗАЦІЇ РОСЛИН, ЕКОЛОГІЇ, СЕЛЕКЦІЇ,
САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА, РЕСТАВРАЦІЇ ПАРКІВ
ТА СУЧАСНОГО ПАРКОБУДІВНИЦТВА 103
- (до 75-річчя від дня народження члена-кореспондента НАН України,
професора І. В. Косенка)..... 103

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ 115

АВТОРИ НОМЕРА 125

БОТАНІКА

УДК 581.522.4:635.982

Л. І. БОЙКО

Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг, 50000

МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ПАГОНІВ ВИДІВ РОДУ *PITTOSPORUM* BANKS ET SOL. В ЗВ'ЯЗКУ З УМОВАМИ УТРИМАННЯ

На підставі експериментальних досліджень з'ясовано характер пристосувальних змін у рослин інтродукованих видів *Pittosporum tobira*, *P. heterophyllum* при вирощуванні за різного ступеня освітлення. Виявлено, що по мірі зростання освітленості довжина пагона та кількість листків на ньому у обох досліджуваних видів зростають з тіньового до напівтіньового утримання, а потім дещо знижуються з напівтіньового до світлого утримання. Встановлено, що оптимальними умовами для вирощування цих видів є напівтіньове (Зтис.-10тис лк).

Ключові слова: морфологічні зміни, *Pittosporum*, ступінь освітлення, міжвузля, річний пагін, листок, адаптація

Першочергове значення в культивуванні рослин в оранжерейних умовах мають морфологічні зміни їх надземних частин – як реакція на вплив різних факторів оточуючого середовища. Екологічні параметри оранжереї, де вирощується багато видів тропічних і субтропічних рослин, можуть бути досить сприятливими для окремих із них, і провокувати більш інтенсивний ріст рослин, ніж в природі, а для інших пригнічувати розвиток. В умовах оранжерей, тобто в культурі, виключається дія основного регулюючого природного фактора – фітоценотичного. На процес пристосування рослин до умов вирощування впливає комплекс факторів, внаслідок чого змінюються як сезонний ритм розвитку, так і функції частини органів рослин (іноді навіть життєва форма). Отже, вивчення еколого-біологічних особливостей і причинно-наслідкових зв'язків між рослиною та новими умовами існування повніше відкриває перспективи інтродукції тропічних та субтропічних рослин.

Завдяки агротехніці, в першу чергу створення необхідних ґрунтових умов, можливо підтримувати рівновагу в розвитку рослини. Спрямоване формування пагонової системи вимагає знань щодо природнього ходу розвитку основних морфологічних структур. Вірне визначення морфологічного типу рослини прогнозує її норму реакції і, відповідно, дозволяє об'єктивно стверджувати про відхилення від норми в процесі адаптації до нових умов. Такі відхилення, в свою чергу, служать основою для оцінки лабільності морфогенезу даного таксона та виявляють фактори, що порушують феноритміку в умовах захищеного ґрунту. При інтродукції рослин в нових екологічних умовах морфологічні зміни мають пристосувальне значення та показують адаптаційний потенціал інтродуцентів [7, 10].

Мета досліджень - особливості морфологічної будови вегетативної сфери і характер їх змін у рослин видів роду *Pittosporum* та фенологічні спостереження для оцінки реакції на умови різного ступеня освітлення.

Матеріал і методи досліджень

До дослідження були залучені інтродуценти колекційного фонду Криворізького ботанічного саду, представники роду *Pittosporum*. Морфологічна характеристика рослин згідно класифікації морфологічних типів квіткових рослин О.С. Смирнової [6]. Морфологічну термінологію наведено відповідно до атласів з описової морфології вищих рослин [1, 8, 9]. Фенологічні спостереження проводили згідно з “Методикою фенологічних спостережень у ботанічних садах СРСР” (1990) [5].

Наші дослідження були спрямовані на вивчення впливу інтенсивності освітлення на пагонову систему рослин інтродукованих видів роду *Pittosporum*, зокрема *Pittosporum tobira* Dryand. та *Pittosporum heterophyllum* Franch.

У рослин зазначених видів досліджувалися всі пагони пагонової системи за наступними параметрами: розміри листової пластинки, кількість сформованих листків на річному пагоні, річний приріст пагонів та величина міжвузля. Для експерименту рослини видів *P. tobira*, *P. heterophyllum* розміщали на різних за ступенем освітлення експозиціях, при цьому решта параметрів утримання та догляд за рослинами були однакові. Ступінь освітлення на експозиції № 1 (тіньова ділянка) протягом року коливався в межах 300лк – 3000лк (заміри проводилися опівдні). На експозиції № 2 (напівтіньова ділянка) освітленість в період активної вегетації була від 3000лк до 10000лк та світлова ділянка №3, де освітленість була від 10тисяч лк і вище.

Результати досліджень та їх обговорення

У рослин видів *P. tobira*, *P. heterophyllum* нами виявлено кількісні зміни розмірів всіх досліджуваних параметрів (довжина та ширина листової пластинки, кількість сформованих листків на річному пагоні, річний приріст пагонів, величина міжвузля) у різних місцях зростання (таблиця). Тенденція мінливості параметрів була аналогічною в обох дослідних видів, проте кількісно були деякі незначні відмінності. Так, у рослин *P. tobira* по мірі збільшення ступеня освітленості від тіньового до напівтіні зростає як довжина пагона та кількість сформованих на ньому листків, так і розміри листової пластинки, тоді як величина міжвузля при цьому дещо зменшується. При подальшому підвищенні ступеня освітленості від напівтіньового до світлого спостерігали не значне зменшення довжини пагонів та кількості листків на них. При цьому величина міжвузля залишалася стабільною, а листові пластинки хоча і не втрачали в розмірах, проте декоративність їх значно знижувалася.

Таблиця

Зміни морфологічних ознак видів роду *Pittosporum* за різних умов утримання

Вид	Номер ділянки*	Показники морфологічних ознак				
		Розміри листової пластинки		Величина міжвузля на річному пагоні, см	К-сть листків, сформ. на річн. пагоні	Річний приріст пагонів, см
		довжина, см	ширина, см			
<i>P. tobira</i>	1	7,2±0,28	3,1±0,15	0,5-2,6	14	8,5±2,09
	2	8,4±0,38	3,5±0,21	0,3-2,5	16	9,2±2,24
	3	8,3±0,40	3,5±0,17	0,3-2,6	16	9,1±1,01
<i>P. heterophyllum</i>	1	6,1±0,24	1,7±0,09	0,3-1,3	20	12,6±3,8
	2	7,1±0,29	2,1±0,19	0,2-1,7	27	16,6±4,3
	3	6,9±0,29	2,1±0,14	0,2-1,3	25	16,3±1,39

*Ділянка № 1 – тіньова, ступінь освітленості 300-3000лк

Ділянка № 2 –напівтіньова, ступінь освітленості 3000-10000лк

Ділянка № 3 – світлова, ступінь освітленості від 10000лк і вище кольору, деяке скручування країв тощо).

Аналіз отриманих даних свідчить, що мінливість кількості листків в різних місцях зростання менша, ніж мінливість довжини пагону. Такі самі дослідження у рослин видів *P. heterophyllum* показали майже аналогічні зміни. Проте для рослин цього виду мінливість

кількості листків при підвищенні освітленості від тіньового до напівтіньового утримання була значнішою, ніж у рослин попереднього виду (див. табл.).

Слід відмітити, що у рослин обох досліджуваних видів видовження міжвузля при тіньовому утриманні було не значним.

Отже, для рослин *P. tobira*, *P. heterophyllum* напівтінні умови є оптимальними. По мірі зростання освітленості довжина пагона та кількість листків на ньому зростають з тіньового до напівтіньового утримання, а потім дещо знижуються з напівтіньового до світлого утримання. Проте відмічено, що при доброму зволоженні пагони світлого та напівтіньового утримання відрізняються незначно.

Амплітуда відмінності генеративних пагонів за довжиною, кількістю сформованих листків їх розмірами та величиною міжвузля менша, ніж вегетативних пагонів. Проте при цьому спостерігається закладання невеликої кількості генеративних бруньок, їх недружне цвітіння та невелика кількість утворених плодів. І хоча за літературними даними рослини роду вважаються тіневитривалими, все ж, найоптимальніше утримання для них - напівтіньове (3000-10000лк).

Як відомо, феноритміка у вічнозелених тропічних та субтропічних рослин значно залежить від інтенсивності сонячної радіації та тривалості дії світлового потоку [2]. Окрім того, недостатній (а іноді й надлишковий) ступінь освітлення викликає у рослин пристосувальні морфологічні зміни. Зміни морфометричних показників є зовнішнім проявом інтегрального впливу навколишнього середовища на рослину [4]. До того ж, саме за розміром, як базисним поняттям морфометрії, можливо визначити адаптивний потенціал рослин [11].

Висновки

На підставі експериментальних досліджень з'ясовано характер пристосувальних змін пагона у рослин видів *P. tobira*, *P. heterophyllum* при вирощуванні на різних за ступенем освітлення ділянках. Встановлено, що оптимальними умовами для утримання цих видів є напівтіньове (3 тис.-10 тис лк). Дослідження такого напрямку важливі для виявлення видів з високим адаптивним потенціалом та дозволяють підібрати місце розміщення виду при використанні його в фітодизайні.

1. *Артюшенко З.Т.* Атлас по описательной морфологии высших растений / З.Т. Артюшенко, Ал. А. Федоров // Плод. — Л.: Наука, 1986. — 392 с.
2. *Богатир В.Б.* Адаптація рослин до умов недостатнього освітлення в інтер'єрах / В.Б. Богатир, В.В. Сніжко // Інтродукція та акліматизація рослин на Україні, 1982. — Вип. 20. — С. 76—78.
3. *Бойко Л.І.* Поведінка видів різних форм росту тропічних та субтропічних рослин колекції Криворізького ботанічного саду / Л.І. Бойко // Біологічний вісник. — Харків, 2006. — Т. 10, № 1. — С. 44—47.
4. *Захаров В.М.* Здоровье среды: методы оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов. — М.: Центр экологической политики, 2000. — 68 с.
5. *Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР.* — М.: Изд-во АН СССР, 1990. — 28 с.
6. *Смирнова Е.С.* Биоморфологические структуры побеговой системы тропических и субтропических цветковых растений в природе и оранжерейной культуре / Е.С. Смирнова // Интродукция тропических и субтропических растений. — Изд-во «Наука», 1980. — С. 52—91.
7. *Удовенко Г.В.* Механизмы адаптации растений к стрессам / Г.В. Удовенко // Физиология и биохимия культурных растений, 1979. — 1, № 2. — С. 90—107.
8. *Федоров А.А.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист. / А.А. Федоров, М.Э. Кирпичников, З.Т. Артюшенко. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. — 302 с.
9. *Федоров А. А.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. / А.А. Федоров, З.Т. Артюшенко. — Изд-во Наука, 1975. — 352 с.
10. *Хочачка П.* Стратегия биохимической адаптации / П. Хочачка, Дж. Сомеро. — М.: Мир, 1977. — 398 с.
11. *Marba N.* Allometric scaling of plant life history / Marba N, Duarte C.M., Agusti S. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. — 2007. — 104 (40). — P. 15777—15780.

Л. И. Бойко

Криворожский ботанический сад НАН Украины

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОБЕГОВ ВИДОВ РОДА *PITTOSPORUM* BANKS ET SOL. В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ СОДЕРЖАНИЯ

На основании экспериментальных исследований определен характер приспособительных изменений у растений интродуцированных видов *P. tobira*, *P. heterophyllum* при выращивании в местах с различной степенью освещенности. Выявлено, что при увеличении освещенности длина побега и количество листьев на нем увеличиваются в обоих видов от теневого к полутеневому содержанию. Определено, что полутень (3тыс лк-10тыс. лк) является наиболее оптимальным условием для выращивания этих видов.

Ключевые слова: морфологические изменения, *Pittosporum*, степень освещенности, междоузлие, годичный побег, лист, адаптация

L. I. Boyko

Kryvyi Rig botanical garden NAS of Ukraine

MORPHOLOGICAL CHANGES OF SHOOTS OF SPECIES OF THE GENUS *PITTOSPORUM* BANKS ET SOL. IN CONNECTION WITH CONDITIONS OF KEEPING

On the basis of experimental studies are defined the character of adaptive changes at plants of the introduced species *P. tobira*, *P. heterophyllum* at cultivation in places with various degree of illumination. It is revealed that at increase of illumination the length of shoot and quantity of leaves on it increase at both species from shadow to the penumbral cultivation. It is defined that a penumbra (3000 lux-10000 lux) is the most optimum condition for cultivation of these species.

Keywords: morphological changes, *Pittosporum*, illumination degree, interstice, one-year shoot, leaf, adaptation

Рекомендує до друку

Надійшла 22.05.2015

М.М. Барна

УДК 581.55:526.45

Л. П. ЛИСОГОР

Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «КНУ»
пр-т. Гагаріна, 54, Кривий Ріг, 50086

**ГЕОГРАФІЧНИЙ АНАЛІЗ ФЛОРИ ПЕРЕЛОГІВ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я**

Досліджено флору різновікових перелогів Правобережного степового Придніпров'я. Здійснено географічний аналіз та виявлено різноманітність типів ареалів і географічних елементів. Переважаючими типами ареалів за кількістю видів у флорі перелогів є палеарктичний, причорноморський, а також перехідні. Спостерігається тенденція до збільшення частки видів, які належать до причорноморського центральноєвразійського ареалів та зниження адвентивних, голарктичних, пльорирегіональних видів у демуційному ряду.

Ключові слова: флора, географічна структура, геоелемент, переліг, демуція

На сьогодні, коли збереження біорізноманітності є одним з пріоритетів державної політики України у сфері природокористування, перелогові землі доцільно розглядати як потенційні

резервати, за рахунок яких можливо у майбутньому збільшити частку степової рослинності у техногенно дестабілізованому регіоні.

Крім того, дослідження демутаційних процесів рослинності перелогів має важливе теоретичне і практичне значення, оскільки аналіз їх трендів є необхідною передумовою розробки стратегії оптимального використання цих порушених зональних комплексів та базисом для можливої корекції їх саморозвитку.

Відповідно до геоботанічного підходу «переліг» – це комплекс угруповань, які розвиваються на виведених з орного клину сільськогосподарських угіддях і представлені на початкових стадіях демутації нестійкими рудеральними агломеративними угрупованнями, які у ході демутації замінюються степовими (зональними) [2–3, 6, 11–12, 14–15].

Мета роботи полягала у виявленні регіональної специфіки формування географічної структури флори перелогів.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження рослинних угруповань перелогів різних стадій заростання на території на території Правобережного степового Придніпров'я проводилися нами протягом 2003–2013 рр. За новітнім геоботанічним районуванням [4] територія ПСП входить до складу трьох геоботанічних округів Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтичної степової провінції Степової підобласті.

Виконано 1114 геоботанічних описів за загальноприйнятими методиками [1]. Назви судинних рослин наводяться за зведенням С.Л. Мосякіна та М.М. Федорончука [21] з деякими уточненнями за С.К. Черепановим [20].

При виділенні основних географічних елементів флори нами використовувалися принципи, сформульовані А.Л. Тахтаджяном [16–17] та О.І. Толмачовим [18–19], а також ботаніко-географічний поділ Степової області Євразії Є.М. Лавренка [9] і Азіатської пустельної області [10] з деякими доповненнями, що враховують працю О.М. Дубовик, М.В. Клокова та А.М. Краснової [5].

Результати досліджень та їх обговорення

Географічний аналіз є досить складним, що зумовлено неоднозначністю параметрів, за якими вичленовують географічні елементи флори, відсутністю загальноприйнятої системи типологізації ареалів, а також єдиного критерію об'єднання видів за особливостями їх поширення [13], чим можна пояснити чисельність схем типіфікації ареалів, побудованих за різними принципами та критеріями.

Аналіз кількісного співвідношення видів флори перелогів за типами і геоелементами ареалів, показав їх гетерогенність та різноманітність. Були виділені групи видів з наступним типами ареалів: плюрирегіональний, голарктичний, палеарктичний, центральноєвразійський, європейський, середземноморський, причорноморський, перехідні та група адвентивних рослин. Спектр типів ареалів перелогів відповідає Причорноморській (Понтичній) провінції Євразійської степової області [8].

Найбільш представленою у флорі перелогів є група з палеарктичним типом ареалу (48 видів, 28,2%), види якого поширені майже по всій Палеарктиці (позатропічна частина Євразії та Північна Африка). Частина палеарктичних видів не займає всієї вказаної території, деякі з них поширені лише в частині Європи і не досягають Східної Азії. До вказаного типу ареалу входить чотири геоелементи: широкопалеарктичний (23, 13,5%), західнопалеарктичний (22, 12,9%), євросибірський (2, 1,2%), південнопалеарктичний (1, 0,6%). У еколого-ценотичному відношенні палеарктичні види представлені переважно синантропними і лучними видами з нечіткою екологією. В демутаційному ряду спостерігається збільшення участі видів даного типу ареалу (рис. 2.): I (29,3%) → II (30,1%) → III (32,2%). Серед видів палеарктичного ареалу простежується зниження частки синантропних видів з 18,9% (на стадії польових бур'янів) до 13,0% (на стадії дернинних злаків).

На другому місці адвентивний елемент, який у флорі перелогів 35 видів (20,6%). Він є динамічним і представники, які входять до нього, відзначаються, перш за все, агресивністю, тобто здатністю швидко розповсюджуватися та входити до різноманітних типів ценозів, а

також розширювати ступінь натуралізації видів. До цієї групи видів у досліджених флорах входять – *Amaranthus retroflexus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Datura stramonium* L., *Iva xanthiifolia* Nutt, *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun., *Lathyrus tuberosus* L. та ін. В демутаційному тристадійному ряді простежується тенденція до зменшення частки адвентивних видів удвічі, що свідчить про поступове відновлення рослинного покриву (рис. 1.).

Флора перелогів ПСП включає види, які ми відносимо до перехідного типу (25 видів, 14,7%), ареали яких знаходяться у межах декількох флористичних областей. Вони входять до складу чотирьох геоелементів, які відображають зв'язки між різними флористичними областями: європейсько-середземноморсько-передньоазіатський та центральноєвразійсько-середземноморсько-передньоазіатський (по 7, 4,1%); центральноєвразійсько-середземноморський (6, 3,5%); європейсько-середземноморський (5, 2,9%). Даний тип є досить гетерогенним за екологічними та біоморфичними показниками, що пояснюється надзвичайною різноманітністю умов існування. Представлений переважно одно- та дворічниками, рідко напівкущачами. В угрупованнях різновікових перелогів частка видів, що входить до перехідного типу ареалу, майже не змінюється і коливається в межах 10,8%–20,3% (див. рис. 1.).

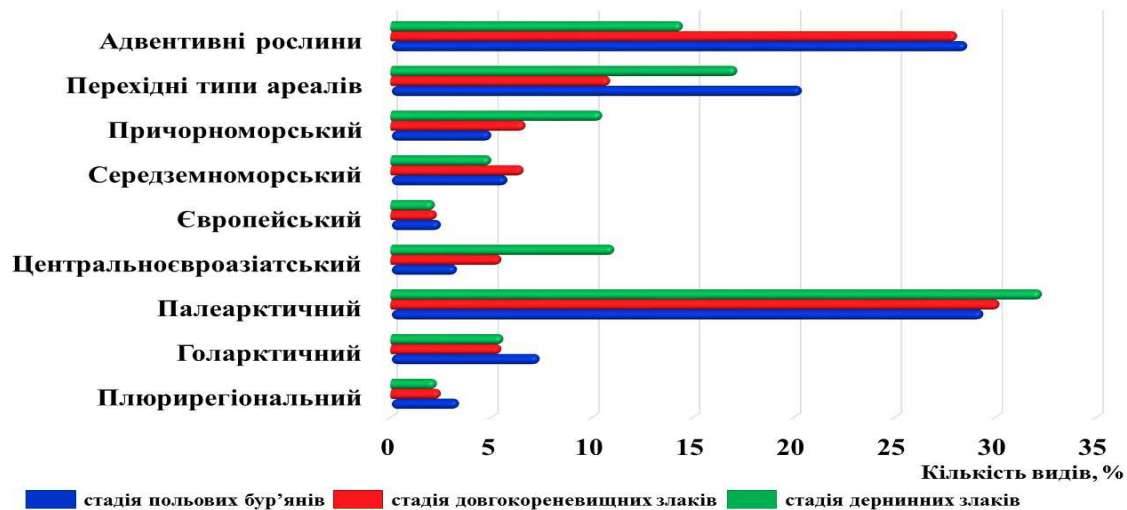


Рис. 1. Географічна структура флори перелогів на різних стадіях демутації

Причорноморський тип ареалу у флорі перелогів ПСП включає 16 видів (9,4%). В межах цього ареалу виділяється 6 геоелементів. До причорноморського відноситься 10 видів (5,9%). По одному виду (0,6%) ми відносимо до причорноморсько-прикаспійського, східнопричорноморсько-прикаспійського, північнопричорноморського та південнопричорноморського географічних елементів. Східнопричорноморський ареологічний елемент охоплює два види (1,2%). До причорноморської групи входить 6 ендемічних видів (*Cephalaria uralensis* (Murr.) Roem. et Schult., *Cirsium ucrainicum* Bess., *Euphorbia stepposa* Zoz, *Lotus ucrainicus* Klok., *Silene bupleuroides* L., *Thymus × dimorphus* Klovov et Des.-Shost.). Якщо на початкових етапах формування рослинного покриву перелогів частка видів причорноморського типу ареалу складає 4,9%, то в угрупованнях стадії дернинних злаків – 10,3%.

Центральноевразійський тип ареалу посідає п'яте місце у спектрі типів ареалів флори перелогів ПСП, що складає 9,4%. За екологією та належністю до певних типів рослинності переважають степові. У перелогових екосистемах у межах типу виділяється три геоелементи: власноевразійсько-степовий (5 видів, 2,9%), понтичний (3, 1,8%) та понтичноказахстанський (8, 4,7%). На першій стадії формування рослинного покриву участь видів з центральноєвразійським типом складає 3,3%, а на третій – 10,9%.

Голарктичний тип ареалу охоплює всю Європу, позатропічну Азію і майже всю Північну Америку. У перелогових угрупованнях він представлений 11 видами (6,5%). За еколого-ценотичними характеристиками це переважно синантропні, лучні і степові рослини.

До складу перелогових угруповань ПСП входять види, які належать до середземноморського типу ареалу. Їх частка складає, відповідно, 5,9% від загальної кількості видів. Загалом у перелоговому флорокомплексі виділяється п'ять геоелементів. Середземноморський представлений одним видом – *Lavatera thuringiaca* L. По два види включають (1,2%) середземноморсько-причорноморський, середземноморсько-передньоазіатський та причорноморсько-передньоазіатський. Східносередземноморсько-причорноморський географічний елемент охоплює три види (1,8%). Участь середземноморських видів в демутаційному ряду має специфічний характер. В угрупованнях стадії польових бур'янів їх участь складає 5,7%. Оскільки у фітоценозах другої стадії зменшується загальна кількість видів, це призводить до пропорційних змін представленості видів із різними типами ареалів. Спостерігається зменшення кількості видів пюрірегіональної та голарктичної груп і збільшення частки видів з середземноморським типом ареалу – 6,5%. На третій стадії знову відбувається зменшення частки останнього типу до 4,5% (рис. 1).

Види, поширення яких обмежене територією Європи, за винятком її найпівденнішої (середземноморської) частини, об'єднанні в групу таксонів з європейським ареалом. В основному це степові види, деякі представники відносяться до синантропних елементів флори. У флорі перелогів даний тип представлений п'ятьма видами (3%). Загалом у типі виділяється два географічні елементи. Європейський геоелемент перелогових ценозів включає 3 (1,8%) види. Східноєвропейський тип включає види ареали яких обмежені Сарматською провінцією. Він представлений 2 (1,2%) видами, відповідно у флорі перелогів.

Пюрірегіональний тип ареалу представлений видами, що поширені, як правило, в кількох флористичних областях завдяки високій еколого-ценотичній пластичності. На формування сучасного ареалу цих видів впливає переважно антропогенна діяльність. Зазвичай це одно- або дворічники, рідше – багаторічники. В Україні поширені майже повсюдно і часто трапляються не лише у садах, на городах та полях, а й у природних ценозах. До вищевказаного типу ареалу у перелоговій флорі входить 4 види (2,4%). Деякі представники можуть зустрічатися як в агломеративних угрупованнях перших демутаційних стадій, так і на третіх, які за своєю структурою наближаються до зонального типу. У відновлювальному ряду частка пюрірегіональних видів зменшується з 3,3% на першій стадії до 2,2% – на третій.

Висновки

Дослідження показали, що флора перелогів ПСП тісно пов'язана з флорою Євразійської степової області і має середземноморський характер.

Результати аналізу географічної структури досліджуваної флори засвідчили, що у її складі переважають види з широкими еколого-ценотичними властивостями, які належать до палеарктичного, адвентивного та перехідного типів ареалів. Середземноморський тип ареалу у перелогових угрупованнях складає 5,9%.

Географічний аналіз перелогової флори виявив, що у складі угруповань різновікових перелогів в тристадійному демутаційному ряді спостерігається тенденція до збільшення частки видів, які належать до причорноморського, центральноєвразійського ареалів та зниження адвентивних, голарктичних, пюрірегіональних видів, які переважно відносяться до синантропного флороцено типу. Вищевказане свідчить про те, що у флорі перелогів відбуваються відновлювальні процеси в напрямку формування зонального типу рослинності. З іншого боку, наявність видів з широкими ареалами у перелогових угрупованнях є свідченням значного антропогенного впливу.

Виявлена різноманітність типів ареалів та географічних елементів свідчить про складність процесів формування еколого-флористичних комплексів різновікових перелогів Правобережного степового Придніпров'я.

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. *Василевич В.И.* Доминанты в растительном покрове / Владислав Иванович Василевич // Ботан. журн. — 1991. — Т. 76, № 12. — С. 1674—1681.
3. *Василевич В.И.* Рудеральные сообщества как особый тип растительности / В.И. Василевич, В.П. Мотекате // Ботан. журн. — 1988. — Т. 73, № 12. — С. 1699—1707.
4. *Дідух Я.П.* Геоботанічне районування України та суміжних територій / Я.П. Дідух, Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Укр.бот.журн. — 2003. — Т. 60, № 1. — С. 6—17.
5. *Дубовик О.М.* Флористические историко-географические районы степной и лесостепной Украины / О.М. Дубовик, Н.В. Клоков, А.Н. Краснова // Ботан. журн. — 1975. — Т. 60, № 8. — С. 1092—1107.
6. *Ипатов В.С.* Отражение динамики растительного покрова в синтаксономических единицах / Виктор Семенович Ипатов // Ботан. журн. — 1990. — Т. 75, № 10. — С. 1380—1388.
7. *Камелин Р.В.* Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии / под ред. чл.-корр. АН СССР А.А. Федорова. — Л.: Наука, 1973. — 356 с.
8. *Крицька Л.І.* Аналіз флори степів та вапнякових відслонень Правобережного злакового степу / Л.І. Крицька // Укр. ботан. журн. — 1985. — Т. 42, № 2. — С. 515—522.
9. *Лавренко Е.М.* Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения / Евгений Михайлович Лавренко // Полевая геоботаника. — Т. 1. — М.-Л.: Наука. — 1959. — С. 13—75.
10. *Лавренко Е.М.* Степи СССР / Евгений Михайлович Лавренко // Растительность СССР. М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — Т. 2. — 266 с.
11. *Миркин Б.М.* Толковый словарь современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг — М.: Наука, 1983. — 133 с.
12. *Миркин Б.М.* Фитоценология: Принципы и методы / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг — М.: Наука, 1978. — 212 с.
13. *Новосад В.В.* Флора Керченско-Таманского региона / Валерій Васильович Новосад. — Киев: Наукова думка, 1992. — 280 с.
14. *Норин Б.Н.* Флористическая, экологическая и фитоценологическая интерпретация строения растительного покрова / Борис Николаевич Норин // Ботан. журн. — 1984. — Т. 69, № 3. — С. 273—282.
15. *Норин Б.Н.* Растительный покров: ценологическая организация и объекты классификации / Борис Николаевич Норин // Ботан. журн. — 1983. — Т. 68, № 11. — С. 1449—1455.
16. *Тахтаджян А.Л.* Система магнолиофитов / Армен Леонович Тахтаджян. — Л.: Наука, 1987. — 439 с.
17. *Тахтаджян А.Л.* Флористические области Земли / Армен Леонович Тахтаджян. — Л.: Наука, 1978. — 247 с.
18. *Толмачев А.И.* Введение в географию растений / Александр Иннокентьевич Толмачев. — Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1974. — 244 с.
19. *Толмачев А.И.* Богатство флор как объект сравнительного изучения / Александр Иннокентьевич Толмачев // Вестн. ЛГУ. Сер. биол. — 1970. — № 7. — Вып. 2. — С. 71—83.
20. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. — С.-П.: Мир и семья, 1995. — 992 с.
21. *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»

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ЗАЛЕЖЕЙ ПРАВОБЕРЕЖНОГО СТЕПНОГО ПРИДНЕПРОВЬЯ

Исследовано флору разновозрастных залежей Правобережного степного Приднепровья. Проведен географический анализ и выявлено разнообразие типов ареалов, а также географических элементов. Преобладающими типами ареалов по количеству видов во флоре залежей является палеарктический, причерноморский, а также переходные. У демулационном ряду наблюдается тенденция к увеличению доли видов, которые принадлежат к причерноморскому, центральноевразийскому ареалам и снижения адвентивных, голарктических и плейрорегиональных видов.

Ключевые слова: флора, географическая структура, геоэлемент, залежь, демулация

L. P. Lisogor

Krivoriz'kiy pedagogical institute of DVNZ «KNU», Ukraine

GEOGRAPHICAL ANALYSIS THE ABANDONED LANDS OF RIGHT-BANCS
STEPPE PRIDNEPROV'YA

It is investigational of flora of abandoned lands a different age Right-bancs steppe Pridneprov'ya. A geographical analysis is conducted and the variety of types of natural habitats is exposed, and also geographical elements. By the prevailing types of natural habitats on the amount of species there is palearkticheskiy in the flora of beds, prichernomorskiy, and also transitional. At there is a tendency a demutacionnom row to the increase of stake of kinds which belong to prichernomorskому, to the central'noevraziatskomu natural habitats and declines of adentitious, holarctic and plyuriregional'nykh species .

Keywords: flora, geographical structure, geographical elements, abandoned lands, demutations

Рекомендує до друку

Надійшла 20.03.2015

М.М. Барна

УДК 581.14:574.2:575.167:582.998.2

Р. К. МАТЯШУК

ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»
вул. Академіка Лебедева, 37, Київ, 03143

**ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЙНОЇ МІНЛИВОСТІ
СЕЛЕКЦІЙНИХ ЗРАЗКІВ ХРИЗАНТЕМИ ДРІБНОКВІТКОВОЇ**

В результаті використання високої рекомбінаційної здатності сортів хризантеми дрібноквіткової та застосування методів експериментального мутагенезу підвищена ефективність формоутворення, зокрема щодо створення низько- та середньорослих форм. Досліджена модифікаційна мінливість кількісних та якісних показників, особливо флорального морфогенезу, перспективних селекційних зразків в різних умовах вирощування. Виділені зразки зі скороченим періодом формування вегетативної частини і прискореним переходом до бутонізації та цвітіння рослин при вирощуванні в лісостеповій зоні.

Ключові слова: хризантема дрібноквіткова, адаптація, ріст, розвиток, селекційні зразки

Для покращення умов життя в мегаполісах украї важливим є створення й підтримання в агломераціях «зелених острівців». Отож урбанізація неодмінно має супроводжуватися дбайливим і пропорційним насиченням середовища рослинністю, бо лише за цієї умови досягатиметься середовищ ний і психологічний комфорт городян» - наголошує академік НАН України Д.М. Гродзинський [5, с. 5]. Квітничково-декоративне оформлення є найбільш різноманітним і мінливим елементом міських ландшафтів і невід'ємною складовою зелених насаджень та середовища існування людини [10, 18]. Перспективу вдосконалення цієї складової оточуючого людину середовища розвивають через збільшення асортименту квітничкових культур як в кількісному відношенні, так і в поліпшенні його якісного складу щодо окремих культур і їх груп, а також ліквідацією монотипності самих квітників шляхом урізноманітнення варіантів багатопланових композицій [2, 3]. Ураховуючи прискорений розвиток вітчизняного садівництва декоративних культур, а також постійне зростання попиту на роботи з озеленення, галузь потребує значно інтенсивнішого розширення й оновлення асортименту та підвищення репрезентованості його різноманіття [14].

Висока генетична нестабільність сучасних сортів хризантеми дрібноквіткової є загальновідомою [17] і досить успішно використовується в селекційній практиці і з застосуванням спрямованого відбору нових декоративно-цінних зразків з популяції сіянців, і з залученням методів штучної гібридизації та індукованого мутагенезу [13]. Висока мутабільність і ефективність рекомбінаційної системи [15], здатність успішно адаптовуватись до нових чи невласливих умов вирощування [6, 7, 9, 13] враховувались при виборі хризантеми для створення нових декоративно-цінних зразків з використанням високої гетерогенності спадкового матеріалу та впливу екзогенних мутагенних чинників. Метою роботи було вивчення адаптаційної мінливості отриманих зразків хризантеми дрібноквіткової до різних умов вирощування задля розширення фонду перспективних для лісостепової зони селекційних форм.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились на перспективних за фенотипічними ознаками зразках, виділених з популяції сіянців хризантеми дрібноквіткової сортів Промениста, Крижинка і Кнопа з наступним використанням колхіцину. Проводилась оцінка чутливості селекційних зразків до різних умов вирощування (лісостепова зона – парк - пам'ятка садово-паркового мистецтва загальнодержавного значення «Феофанія» (далі ППСМ «Феофанія»), м. Київ, степова зона – колекційний фонд Криворізького ботанічного саду НАН України (далі КБС НАН України) за окремими кількісними показниками (висота рослин і діаметр суцвіття) та тривалістю основних фаз розвитку рослин. Для підвищення формоутворення, зокрема ефективності створення низькорослих форм, отриманих в результаті вільної рекомбінації генетичного матеріалу, застосували обробку вкорінених живців водним розчином колхіцину в різних концентраціях (0,01; 0,05; 0,08 і 0,1%) [16].

Результати досліджень та їх обговорення

Досліджений популяційний фенотип сортів Промениста, Крижинка і Кнопа з широким спектром варіювання декоративно-цінних ознак в отриманого селекційного матеріалу підтвердив високу гетерогенність вихідного спадкового матеріалу. Для підвищення ефективності формоутворення і розширення спектру декоративно-цінних ознак було проведено намочування вкорінених живців в розчині колхіцину (тривалість 24 години) і обробка їх в “газовій фазі” мутагену (тривалість 48 годин) [16].

Відкриттям в 1937 році ефективності обробки рослин колхіцином – витяжкою з коренецибулин колхікума осіннього намітився новий напрямок в селекції, оскільки цей алкалоїд ($C_{22}H_{25}NO_6$) впливає на процес поділу клітин, індукуючи поліплоїдію [4]. Вважається прийнятним, що мутагенний вплив позначається найсильніше на тих показниках чи ознаках рослин, які закладаються в момент обробки (різні етапи органогенезу) [16].

Використані способи впливу колхіцину на вкорінені живці хризантеми дрібноквіткової істотно відрізнялись за ступенем мутагенного впливу на життєздатність отриманих рослин. Зокрема, обробка вегетуючих живців в “газовій фазі” колхіцину спричинила більше пригнічення ростових процесів і зумовила дуже високу загибель рослин в період вегетації. Наприклад, при замочуванні живців в розчині з концентрацією колхіцину 0,08% виживання рослин становило, в середньому, 60%, а при обробці в “газовій фазі” - втричі менше (22,2%). Найнижча з досліджених концентрація колхіцину – 0,01% виявилась найменш пригнічуючою ріст і розвиток рослин впродовж вегетації (виживання 75% оброблених рослин). Підтвердились отримані дані про істотне і достовірне зменшення висоти рослин за використання водного розчину колхіцину в цій концентрації раніше описані для сортів двох садових груп (*Antirrhinum majus* L.) [8]. Саме в цьому варіанті виділено найбільше низькорослих (до 50см) та середньорослих (50-80 см) зразків (згідно прийнятої Методики проведення експертизи сортів хризантеми садової (*Chrysanthemum* × *hortorum* Bailey) на відмінність, однорідність і стабільність [12], які вирізняються декоративно-цінними якісними ознаками фенотипу. Середньорослі сорти вважаються зрізочно-бордюрними і мають універсальне застосування, низькорослі використовуються як для квітникового оформлення, так і для дуже широко поширеної в сучасному квітникарстві горшкової культури.

Раніше встановлено, що формування таких ознак як висота і форма рослин цієї культури відбувається у відповідності з адаптивною стратегією більшості трав'янистих рослин і в ході пристосування до посушливих умов степової зони відбувається зменшення загального об'єму рослин [15]. За нашими дослідженнями мінливість цих ознак, зокрема висоти рослин, при вирощуванні в різних умовах істотно не вплинула на визначення групи для отриманих зразків, з урахуванням передбаченого Методикою діапазону. Водночас, враховані відомості, що будова та забарвлення суцвіття цих рослин за будь-яких умов вирощування залишаються константними ознаками [15]. Вивчення модифікаційної мінливості за цими морфологічними ознаками при вирощуванні селекційних зразків в різних умовах (2013-2014 рр.) дозволило виділити з популяції п'ять перспективних зразків за стабільністю кількісних і якісних ознак та оптимальною реалізацією декоративного потенціалу. Зразки Золото Великої Скіфії, Золотоволоска, Лимоновий рай за забарвленням суцвіття належать до групи жовтих (код 49 за шкалою RHS), інші до групи лілових (Валерія) (код 48) і рожевих (Скарби Феофанії) (код 51) тонів. Зразки Скарби Феофанії та Золотоволоска відносяться до середньорослих сортів хризантем, а інші (Валерія, Золото Великої Скіфії, Лимоновий рай) – до низькорослих.

Згідно з гіпотезою багатофакторного контролю переходу до цвітіння, флоральний морфогенез контролюється системою багатьох факторів екзогенної та ендогенної природи [1]. Визначення особливостей часової реалізації генетично детермінованої програми розвитку досліджених зразків в різних умовах вирощування було зосереджене на формуванні генеративної частини рослин, зокрема, визначенні строків цвітіння. У більшості зразків відмічене прискорення формування генеративних органів при вирощуванні рослин в більш посушливих умовах степової зони (КБС НАН України) (рис.). Лише у зразків Валерія та Золото Великої Скіфії в обох варіантах вирощування відмічений одночасний перехід до фази бутонізації рослин. Ще більш важливим є скорочення цієї фази на декаду, тобто більш прискорений перехід рослин до цвітіння на території ППСМ «Феофанія». Фаза бутонізації рослин інших зразків в цих умовах розпочалась на 2-3 декади пізніше, а селекційного зразка Лимоновий рай – на 4 декади. Тривалість її при цьому також на 1-2 декади збільшувалась. Хоча за строками цвітіння всі досліджені зразки, згідно прийнятої Методики, відносяться до ранніх сортів хризантеми дрібноквіткової (початок цвітіння до I декади жовтня), важливо відмітити, що навіть в умовах лісостепової зони ця фаза розвитку в більшості досліджених зразків розпочинається вже на початку вересня. Навіть, якщо враховувати інші рекомендації щодо класифікації сортів цієї культури за строками цвітіння [7], отримані зразки належать до ранніх (початок цвітіння з середини серпня), оскільки для групи середніх сортів ця фаза відмічається з другої декади вересня. Тобто отримані селекційні зразки доповнюють існуючий асортимент рослин з ранньоосінніми строками декоративного цвітіння в цих кліматичних умовах.

З урахуванням комплексу морфологічних ознак та особливостей їх реалізації в різних умовах вирощування селекційні зразки Валерія, Золото Великої Скіфії, Золотоволоска будуть передані для проведення експертизи на відмінність, однорідність і стабільність.

Висновки

Висока гетерогенність і нестабільність сучасних сортів хризантеми дрібноквіткової в поєднанні з використанням методів експериментального мутагенезу забезпечили підвищення формоутворення і розширення різноманіття селекційного фонду. Особливість модифікаційної мінливості перспективних селекційних зразків в різних умовах вирощування стосувалась, зокрема, флорального морфогенезу. З цілеспрямовано створеного фонду низько- та середньорослих селекційних форм виділені зразки зі скороченим періодом формування вегетативної частини і прискореним переходом до бутонізації та цвітіння рослин при вирощуванні в лісостеповій зоні. Розширення існуючого асортименту хризантеми дрібноквіткової сортами з дуже ранніми строками цвітіння забезпечить збільшення періоду використання декоративного ефекту цієї культури і збагатить різноманіття декоративних рослин з літньо-осіннім спектром цвітіння.

1. Авксентьева О. Фітогормональна регуляція флорального процесу у короткоденних декоративно-квіткових рослин / О. Авксентьева, О. Геращенко // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі: Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти. Тез. допов. II Міжнар. конф. — Львів: СПОЛОМ, 2004. — С. 130.
2. Бондарь Ю.А. Ландшафтная реконструкция городских садов и парков / Ю.А. Бондарь, Н.П. Абесинова, Е.Н. Никитина и др. — К.: Будивэльныйк, 1982 — 60 с.
3. Бочковая И.Ю. Создаем красивый цветник / И.Ю. Бочковая. — М.: ЗАО Фитон, 2006. — 240 с.
4. Гладкий Н.П. Декоративное цветоводство. О лилейниках [Электронный ресурс] / Н.П. Гладкий. — 2007. — Режим доступу: <http://www.blogosad.ru>.
5. Гнатів П. С. Функціональна діагностика в дендрології / П.С. Гнатів. — Львів: Вид-во Камула, 2014. — 336 с.
6. Горобец В.Ф. Интродукционное сортоизучение мелкоцветковых хризантем / В.Ф. Горобец, Л.И. Завидова // Интродукция и акклиматизация растений. — 1987. — Вып. 8. — С. 40—43.
7. Горобец В.Ф. Хризантеми відкритого ґрунту / В.Ф. Горобец // Квіти України. — №6 (70). — червень 2003. — 42 с.
8. Исачкин А.В. Изучение влияния обработок водным раствором колхицина на изменение признаков у двух садовых групп львиного зева (*Antirrhinum majus* L.) / А.В. Исачкин, А.А. Соловьев, О.Е. Ханбабаева, В.Д. Богданова, Е.Г. Заренкова // Изв. Тимирязев. сельскохозяйственной академии. — 2014. — № 4. — С. 5—17.
9. Козьменко Н.П. Энергосберегающая технология возделывания мелкоцветковых хризантем в субтропиках России / Н.П. Козьменко // Субтропическое и декоративное садоводство. — 2011. — Т. 45. — С. 179—185.
10. Косаревский И.А. Искусство паркового пейзажа / И.А. Косаревский. — М.: Стройиздат, 1977 — 246 с.
11. Крупкіна Л.І. Підсумки попередньої інтродукції та оцінки декоративних якостей хризантеми дрібноквіткової в умовах Києва — [Електронний ресурс] / Л.І. Крупкіна // Наукові доповіді НУБіП. — 2011. — №7 (29). — Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2011_7/11kli.pdf.
12. Методика проведення експертизи сортів хризантеми садової (*Chrysanthemum × hortorum* Bailey) на відмінність, однорідність і стабільність. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://sops.gov.ua/uploads/files/documents/Methodiki/416.pdf>.
13. Мохно В.С. Создание новых сортов хризантемы на юге России / В.С. Мохно // Субтропическое и декоративное садоводство. — 2014. — Т. 50. — С. 186—192.
14. Музичук Г.М. Прогнозування успішності та економічної перспективності інтродукції видів квітково-декоративних рослин родини макових (Paraveraceae Juss.) у Лісостеп та Полісся України / Г.М. Музичук, Г.О. Горай, М.В. Шевєра // Промышленна ботаника. — 2008. — Вып. 8. — С. 115—132.
15. Пирко И.Ф. Морфобиологический потенциал (*Dendranthema zavadskii* (Herbich) Tzvelev) / И.Ф. Пирко // Промышленна ботаника. — 2010. — Вып. 10. — С. 162—170.
16. Стрельчук С.И. Основы экспериментального мутагенеза / С.И. Стрельчук. — К.: Вища школа. Главное изд-во. — 1981. — 216 с.
17. Чуб В. Модные сорта и генетическая нестабильность / В. Чуб // Цветоводство. — 2007. — № 5. — С. 32—35.
18. Klaffke Kaspar. Stadte brauchen Gartenkultur / Klaffke Kaspar // Stadt und Grun. — 2001. — 50, № 12. — С. 837—846.

Р. К. Матяшук

ГУ «Институт эволюционной экологии НАН Украины»

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ХРИЗАНТЕМЫ МЕЛКОЦВЕТНОЙ

В результате использования высокой рекомбинационной способности сортов хризантемы мелкоцветной и применения методов экспериментального мутагенеза повышена эффективность формообразования, в частности по созданию низко - и среднерослых форм. Исследована модификационная изменчивость количественных и качественных показателей, особенно флорального морфогенеза, перспективных селекционных образцов в разных условиях выращивания. Выделены образцы с сокращенным периодом формирования вегетативной части и ускоренным переходом к бутонизации и цветению растений при выращивании в лесостепной зоне.

Ключевые слова: хризантема мелкоцветная, адаптация, рост, развитие, селекционные образцы

R. K. Matiashuk

Institute for Evolutionary Ecology of the National Academy of Science of Ukraine

FEATURES OF ADAPTATIONAL VARIABILITY OF SMALL-FLOWERED
CHRYSANTHEMUM SELECTION SAMPLES

As a result of use of high recombinational ability of sorts of a small-flowered chrysanthemum and uses of methods of an experimental mutagenesis is increased the efficiency of a shaping, in particular concerning creation is low - and the middle-tall forms. Is investigated the modification variability of quantitative and quality indicators, especially florally morphogenesis of perspective selection samples in different conditions of cultivation. Samples with the reduced period of formation of vegetative part and the accelerated transition to a budding and blossoming of plants at cultivation in a forest-steppe zone are allocated.

Keywords: small-flowered chrysanthemum, adaptation, growth, development, selection forms

Рекомендує до друку

М. М. Барна

Надійшла 30.04.2015

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 579.26:579.84/.86

Н. Р. ДЕМЧЕНКО

Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернігів, 14013

РОЗВИТОК БАКТЕРІОЦЕНОЗУ КОРОПА ДЗЕРКАЛЬНОГО (*CYPRINUS SPECULARIS*) ПІД ВПЛИВОМ ПОЛЮТАНТІВ

Досліджено склад бактеріального ценозу поверхні шкіри та зябер *Cyprinus specularis*. Виділені ізоляти бактерій за морфолого-культуральними та фізіолого-біохімічними ознаками віднесено до родів *Micrococcus* і *Pseudomonas*. Показано, що мікрофлора риб реагує на зміни середовища антропогенного характеру.

Ключові слова: бактерії родів *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Cyprinus specularis*, синтетичний миючий засіб «Тайд», гербіцид «Зенкор»

Чутливим біоіндикатором стану водного середовища є мікроорганізми, яким належить головна роль в самоочищенні природних екосистем. Асоційована мікрофлора присутня в різних органах і тканинах, на поверхні шкіри та зябрах корошових риб, а її кількісні та якісні характеристики часто відображають характерні особливості оточуючого середовища [3, 11]. Останнім часом інтерес дослідників щодо формування мікробіоценозу на поверхні шкіри та зябер риб зростає [1, 2, 3, 7, 10, 11]. Завдяки цим роботам підтвердилась думка про те, що мікрофлора поверхні тіла та зябер є обов'язковим компонентом, який залежить від багатьох факторів, включно від умов місця існування риб.

Нині мало дослідженим є питання кількісного та якісного складу мікробного угруповання поверхні тіла та зябер *Cyprinus specularis* і впливу на нього полютантів.

Метою роботи було дослідження кількісного та якісного складу мікробного ценозу поверхні тіла та зябер *Cyprinus specularis* і впливу на його розвиток синтетичного миючого засобу «Тайд» та гербіциду «Зенкор».

Матеріал і методи досліджень

Досліди з вивчення впливу синтетичного миючого засобу «Тайд» та гербіциду «Зенкор» на розвиток мікробного ценозу поверхні тіла та зябер риби проводили в лабораторних умовах на коропах (*Cyprinus specularis*) дволітках. Під час експерименту риб утримували в 250-літрових акваріумах із відстояною водопровідною водою, в які рибу розміщували з розрахунку 1 екземпляр на 40 л води. Дослідження проводили в осінньо-зимовий період впродовж 14 діб при температурі води $8 \pm 2^\circ\text{C}$, рН $7,80 \pm 0,28$; вміст у воді O_2 становив $5,8 \pm 0,5$ мг/дм³. Заміну води проводили кожні 3 доби, в усіх випадках здійснювали контроль і підтримували постійну аерацію та температуру води, яка була близькою до природної. Для моделювання забруднення у воду вносили синтетичний миючий засіб «Тайд» та гербіцид «Зенкор» у концентрації, що відповідала двом гранично допустимим [6]. Контролем були мікроорганізми поверхні тіла та зябер риб, що перебували у воді акваріумів без додавання забруднювачів.

Відбір проб для дослідження здійснювали зі шкіри та зябер *Cyprinus specularis* за загальноприйнятими методиками [2]. Виявлення та виділення компонентів мікробного ценозу

поверхні шкіри та зябер *Cyprinus specularis* проводили методом висіву із розведень клітинної суспензії на щільне середовище – м'ясопептонний агар (МПА) [8]. Для одержання чистих культур бактерій здійснювали багаторазові пересіви окремих колоній на м'ясопептонному бульйоні (МПБ) та щільному середовищі МПА. Очищення культури супроводжували мікроскопічним контролем [9].

Для вивчення морфології виділених бактерій готували препарат «роздавлена крапля» та фіксований препарат клітин, який забарвлювали фуксином. Морфотип бактерій досліджували за допомогою оптичного мікроскопу ($\times 100$) Delta Optical Genetic Pro Polska. Препарати клітин бактерій забарвлювали за Грамом для визначення грамнегативних (G^-) та грампозитивних (G^+) бактерій. Вивчення фізіолого-біохімічних властивостей бактерій проводили за методами, описаними в [9].

При обробці одержаних даних використано методи математичної статистики [5]. Статистичне опрацювання результатів експерименту проведено для рівня значущості $p \leq 0,05$ з врахуванням нормального t -розподілення, повторність трикратна. Відносна похибка представлених даних не перевищує 10%.

Результати досліджень та їх обговорення

Дані мікробіологічного дослідження поверхні шкіри та зябер *Cyprinus specularis* засвідчують наявність в угрупованні мікроорганізмів бактерій та мікроскопічних грибів. Дослідження виділених бактерій за морфолого-культуральними характеристиками дали такі результати: на МПА утворювали поверхневі блискучі колонії білого та жовтого кольору, округлі з рівним краєм, випуклим профілем, однорідної структури та слизовою консистенцією, на МПБ утворювали аморфний осад та каламуть. Діаметр колоній при інкубуванні за температури 27°C – 30°C через 48 год. сягав 3-4 мм (колонії білого кольору) та 2-3 мм (колонії жовтого кольору).

Із морфологічно різних колоній нами виділено чисті культури бактерій: штам 1 (із колоній жовтого кольору) та штам 2 (із колоній білого кольору). Виділені штами відрізнялись за морфолого-культуральними ознаками. При оптичній мікроскопії встановлено, що клітини штаму 1 грамнегативні короткі палички з заокругленими кінцями, поодинокі, рухливі. Клітини штаму 2 грампозитивні, сферичної форми, поодинокі та в парах, а також утворювали неправильні скупчення, нерухливі.

Встановлено, що бактерії штаму 1 та штаму 2 відрізнялися за деякими фізіолого-біохімічними властивостями. Бактерії штаму 1 та штаму 2 є аеробами, проявляють протеолітичну та каталазну активність не утворюють індол та аміак, не утворюють орнітиндекарбоксілазу та лізиндекарбоксілазу. Бактерії штаму 1 на відміну від бактерій штаму 2 проявляють оксидазну активність, продукують сірководень, ферментують сахарозу та розщеплюють аргінін, продукуючи аргініндегідролазу. Для бактерій штаму 2 характерний процес окиснення глюкози.

Отже, за морфолого-культуральними та фізіолого-біохімічними ознаками бактерії штаму 1 та штаму 2 згідно з [8] можна віднести до родів *Pseudomonas* і *Micrococcus* відповідно.

Результати дослідження впливу синтетичного миючого засобу «Тайд» та гербіциду «Зенкор» на бактерії поверхні тіла та зябер коропа дзеркального наведено на рис. 1. В мікробному ценозі поверхні шкіри та зябер у контролі переважають бактерії роду *Micrococcus*: їх чисельність відповідно в 2,4 та в 1,4 рази більша порівняно з чисельністю бактерій роду *Pseudomonas*. Одержані результати свідчать про токсичний вплив «Тайду» та «Зенкору» на бактерії роду *Micrococcus*, які знаходяться на поверхні тіла *Cyprinus specularis*. При цьому більш токсичний вплив має гербіцид «Зенкор»: кількість бактерій знижується в 2,3 рази. Розвиток бактерій *Pseudomonas* sp. при внесенні в воду «Тайду» стимулюється: кількість бактерій зростає в 1,9 разів порівняно з контролем. Внесення в воду гербіциду «Зенкор» дещо пригнічує розвиток бактерій *Pseudomonas* sp. – їх кількість зменшується в 1,3 рази порівняно з контролем. Проведені дослідження показали, що розвиток бактерій родів *Micrococcus* та *Pseudomonas* на зябрах за дії синтетичного миючого засобу «Тайд» та гербіциду «Зенкор» значно відрізняється. В мікробному ценозі зябер переважають бактерії роду *Pseudomonas*. Їх чисельність збільшується в 3,4 рази як за дії «Тайду» так і «Зенкору» порівняно з контролем.

Чисельність бактерій *Micrococcus* sp. за дії «Тайду» дещо збільшується (в 1,2 рази), а за дії «Зенкору» зменшується (в 1,2 рази) порівняно з контролем.

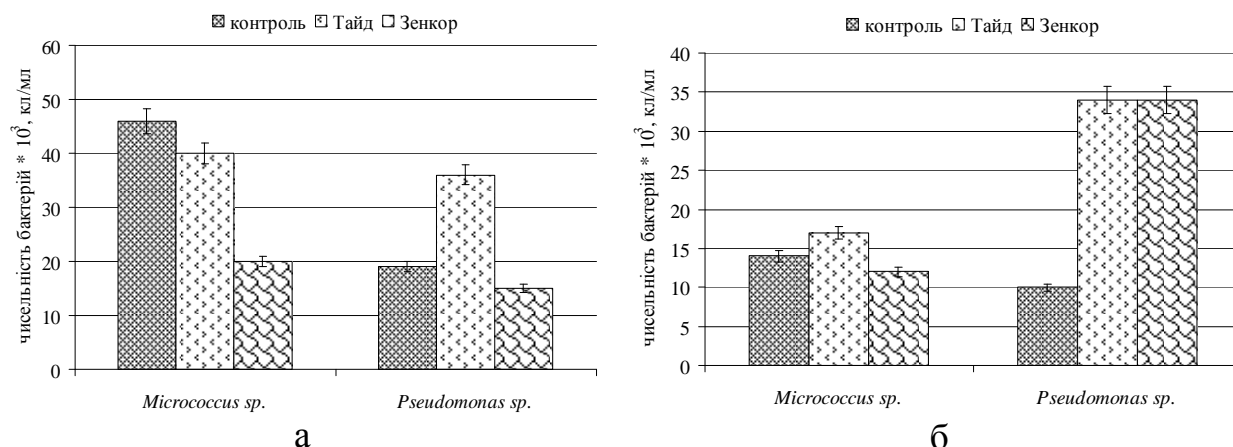


Рис. 1. Чисельність бактерій на поверхні тіла *Cyprinus specularis* – а та зябрах – б за дії СМЗ «Тайд» та гербіциду «Зенкор»

Різний вплив досліджуваних сполук на бактерії, які іммобілізовані на поверхні шкіри та зябрах можна пояснити їх нерівномірним розподілом в слизу. Контакт речовин з зябрами більш рівномірний. На шкірі можуть бути зони, де речовини знаходяться в низьких концентраціях, яких недостатньо для пригнічення чи для стимулювання життєдіяльності мікроорганізмів.

Відомо, що зябра виконують важливу бар'єрну функцію для організму риби. Через них здійснюється безпосередній контакт між водним середовищем і внутрішніми органами. При враженні зябер полютантами збільшується доступ до внутрішніх органів не лише цих речовин, а й різних мікроорганізмів із водного середовища [2, 3]. У здорової риби мікроорганізми на зябрах виконують захисну функцію, вони здатні очищати воду, яка надходить у внутрішні порожнини [3]. Вірогідно, саме таку функцію можуть виконувати бактерії роду *Pseudomonas*, що виявляється в значному збільшенні їх чисельності на зябрах за дії досліджуваних полютантів. Також відомо, що бактерії роду *Pseudomonas* беруть участь в трансформації основних класів органічних сполук, що використовують в якості пестицидів [4]. Слід зазначити, що бактерії роду *Pseudomonas* є умовно патогенними, які при дії стресових факторів можуть спровокувати інфекційні захворювання риби.

Отже, за внесення в середовище «Тайду» розвиток бактерій роду *Pseudomonas* стимулюється як на поверхні тіла так і на зябрах. При цьому розвиток бактерій роду *Micrococcus* на поверхні тіла пригнічується а на зябрах стимулюється. За наявності в середовищі «Зенкору» розвиток бактерій на поверхні шкіри інгібується, а на зябрах розвиток бактерій роду *Pseudomonas* стимулюється.

Мікроорганізми, асоційовані з поверхнею шкіри та зябер *Cyprinus specularis*, чутливо реагують на зміни водного середовища, пов'язані з надходженням сполук техногенного походження і тому їх доцільно використовувати як біоіндикатори.

Висновки

1. До складу мікробного ценозу поверхні шкіри та зябер *Cyprinus specularis* входять бактерії родів *Micrococcus* та *Pseudomonas*.
2. Визначено стимулюючу дію синтетичного миючого засобу «Тайд» щодо бактерій роду *Pseudomonas* як на поверхні тіла так і на зябрах та інгібуючу дію щодо бактерій роду *Micrococcus*. За наявності в середовищі гербіциду «Зенкор» розвиток бактерій рр. *Micrococcus* і *Pseudomonas* на поверхні шкіри інгібується, а на зябрах розвиток бактерій роду *Pseudomonas* стимулюється.
3. Бактерії, асоційовані з поверхнею шкіри та зябер *Cyprinus specularis*, доцільно використовувати як біоіндикатори стану водних екосистем.

1. Авдеева Е. В. Итоги бактериологических исследований рыб в рыбоводных хозяйствах различного типа и естественных водоемах Калининградской области / Е. В. Авдеева, О. В. Казимирченко // Успехи современного естествознания. — 2006. — № 1. — С. 29.
2. Андронников С.Б. Способ контроля воды на токсичность по жаберному аппарату / С.Б. Андронников, Э.В. Иванов, Т.М. Лукина, И.С. Шестерин // Методы ихтиотоксикологических исследований. — Л., 1987. — 344 с.
3. Кондратьева Л.М. Экологические аспекты изменения органолептических показателей ихтиофауны р. Амур в зимний период / Л.М. Кондратьева, Л.М., Чухлебова, В.Л. Рапопорт // Водные ресурсы. — 2000. — Т. 26, № 3. — С. 311—318.
4. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и пестициды / Ю.В. Круглов. — М.: Агропромиздат, 1991. — 128 с.
5. Лакин Г. Ф. Биометрия: [учеб. пособие для биол. спец. вузов] / Г. Ф. Лакин. — [4-е изд., перераб. и доп.]. — М.: Высш. шк., 1990. — 351 с.
6. Мартыненко В.И. Пестициды: справочник / В.И. Мартыненко. — М.: Агропромиздат, 1992. — 368 с.
7. Никитина С.М. Сезонная динамика грамотрицательных бактерий в микрофлоре грунтов, воды и организме европейского угря (*Anguilla anguilla* L.) Вислинского залива / С.М. Никитина, О.В. Казимирченко // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. — 2010. — Вып. 7. — С. 102—110.
8. *Определитель* бактерий Берджи: В 2 т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита и др. — Москва: Мир, 1997. — 432 с.
9. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: Практ. пособие / Под ред. Н. С. Егорова. — М.: Изд-во Моск. ун-та., 1983. — 215 с.
10. Сергиенко Н.В. Бактериологические показатели лососей в естественных водоемах Камчатки / Н.В. Сергиенко. — Изд-во Камчатского государственного технического университета, 2012. — Т. 21, № 2. — С. 7—14.
11. Чухлебова Л.М. Микробиологическая индикация ихтиофауны водных экосистем / Л.М. Чухлебова // Оценка современного состояния микробиологических исследований в Восточно-Сибирском регионе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. — Иркутск: ИГУ, 2001. — С. 161—162.

Н. Р. Демченко

Черниговский национальный педагогический университет имени Т. Г. Шевченко

РАЗВИТИЕ БАКТЕРИОЦЕНОЗА КАРПА ЗЕРКАЛЬНОГО (*CYPRINUS SPECULARIS*) ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОЛЛЮТАНТОВ

Исследован состав бактериального ценоза поверхности кожи и жабр *Cyprinus specularis*. Выделенные изоляты бактерий по морфолого-культуральным и физиолого-биохимическим признакам отнесены к родам *Micrococcus* и *Pseudomonas*. Показано, что микрофлора рыб реагирует на изменения среды антропогенного характера.

Ключевые слова: бактерии родов *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Cyprinus specularis*, синтетическое моющее средство «Тайд», гербицид «Зенкор»

N. R. Demchenko

Chernihiv T. G. Shevchenko National Pedagogical University, Ukraine

DEVELOPMENT OF BACTERIOCENOSIS OF MIRROR CARP (*CYPRINUS SPECULARIS*) UNDER THE INFLUENCE OF POLLUTANTS

The composition of bacterial cenosis of skin and gill of *Cyprinus specularis* investigated. Isolates of bacteria by morphological, cultural, physiological and biochemical properties were related to *Micrococcus* and *Pseudomonas* genera. It is shown that, the microflora of fish reacts to changes in the environment of pollutants.

Keywords: bacteria *Micrococcus* and *Pseudomonas* genera, *Cyprinus specularis*, synthetic detergent “Tide”, herbicide “Zenkor”

Рекомендує до друку

Надійшла 14.05.2015

В. З. Курант

УДК 591.69 (574.9:567.5)

Н. В. ЗАІЧЕНКО

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

ПАРАЗИТИ БИЧКОВИХ РИБ В ДЕЯКИХ КОНТИНЕНТАЛЬНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТАХ

В роботі наведено видовий склад угруповань паразитів бичкових риб в деяких континентальних водоймах України. Серед паразитів були відмічені як представники аборигенної паразитофауни, так і види паразитів, що характерні для риб Чорного та Азовського морів. Проведено аналіз структури паразитоценозу риб в залежності від екологічних особливостей виду. Досліджено особливості паразитоценозів бичкових риб у водоймах різного типу.

Ключові слова: паразити, бичкові риби, інвазивні види

Процес розширення ареалів розповсюдження видів носить глобальний та неперервний характер [2, 4, 6, 14]. Однак, зростаюче втручання людини в природні екосистеми останнім часом все більш прискорює та інтенсифікую інтродукцію нових видів. Починаючи з середини минулого сторіччя екосистеми головних русел та цілого ряду бічних приток в басейнах крупних річок України зазнавали дії значних антропогенних чинників, завдяки яким процеси освоєння нових територій деякими видами гідробіонтів відбувались значно інтенсивніше [2, 8].

Бичкові – одні з найбільш успішних саморозселенців, що все більше розширюються ареали розповсюдження, захоплюючи нові водойми, особливо завдяки дії антропогенних чинників на природні комплекси, а саме: регулювання річкового стоку, укріплення берегів насипами ґравію, сполучення каналами вод різних річкових систем, а також випадкова інтродукція з баластними водами або на відкладах дна судів [4, 16]. Одним з наслідків вселення нових видів в екосистеми є зникнення одних ценотичних зв'язків і утворення інших. Так, з паразитофауни зникають види, характерні для донорної екосистеми і поступово аборигенні види паразитів освоюють нових хазяїв [5, 14, 15].

Метою цієї роботи було проаналізувати структуру угруповань паразитів деяких бичкових риб в умовах набутого ареалу розповсюдження.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом для роботи були паразити трьох видів бичкових риб: бичок-пісочник (*Neogobius fluviatilis*) (288 екз.), бичок-кругляк (*Neogobius melanostomus*) (121 екз.) та бичок-цуцик (*Proterorhinus marmoratus*) (238 екз.). Проби відібрані в 11 різнотипних водоймах: озера, що знаходились в межах м. Києва (оз. Опечень-верхнє, оз. Редьчине, оз. Бабине, оз. Сонячне); річки (р. Ірпінь, в районі с. Стоянка, р. Стугна, в районі м. Українка, р. Сіверський Донець – в районі Національного природного парку «Гомільшанські ліси», Харківської області); водосховища (Київська ділянка Канівського водосховища, річкова ділянка Кременчуцького водосховища, нижня частина Дніпродзержинського водосховища, Червонооскільське водосховище, Харківської області).

Вилів риб проводився за допомогою 6 метрової малькової волокуші та індивідуальних знарядь лову (підсак, спінінг). Паразитологічний розтин проводився згідно з загальноприйнятими методиками [3], видова ідентифікація паразитів проводилась за допомогою визначників [7, 9-12].

Результати досліджень та їх обговорення

Всього у трьох досліджуваних видів бичкових було виявлено 29 видів паразитів, що належать до різних систематичних груп: джгутіконосці – 2 види, мікроспоридії – 1 вид, інфузорії – 7 видів, моногенії – 1 вид, цестоуди – 5 видів, трематоуди – 8 видів, 1 вид аспідогастрей, нематоуди – 2 види, та по одному виду паразитичних ракоподібних та глохідій молюсків (див. табл. 1).

Видове різноманіття паразитів бичкових у деяких континентальних водоймах

Хазяїн	<i>N. fluviatilis</i>		<i>P. marmoratus</i>		<i>N. melanostumus</i>	
	ЕІ, %	ІІ, екз/орг	ЕІ, %	ІІ, екз/орг	ЕІ, %	ІІ, екз/орг
<i>Cryptobia branchialis</i>	4,1 (менше0,01)	тис.	-	-	-	-
<i>Henneguya acerina</i>	-	-	5,04 (0,03)	тис.	-	-
<i>Glugea acerinae</i>	11,5 (0,02)	тис.	4,6 (0,01)	тис.	2 (0,01)	тис.
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	-	-	0,4 (0)	од. (0)	1 (0,02)	12,5 (0,51)
<i>Trichodina domerguei</i>	42,4 (0,03)	109,3 (7,42)	-	-	41,4 (0,04)	55,4 (5,26)
<i>T. nigra</i>	-	-	-	-	23,7 (0,07)	36,4 (8,12)
<i>T. pediculus</i>	-	-	-	-	17,2 (0,05)	16,1 (3,2)
<i>Trichodina jadratica</i>	-	-	35,7 (0,03)	73,2 (8,79)	-	-
<i>Apiosoma complanatum</i>	1,4 (менше 0,01)	97,5 (2,69)	-	-	-	-
<i>Epistylis kronwercki</i>	-	-	5,9 (0,02)	356 (28,53)	-	-
<i>Gyrodactylus proterorhini</i>	27,4 (0,03)	8,9 (0,68)	4,2 (0,01)	1,5 (0,07)	2 (0,01)	1 (0)
<i>Monobotrium wageneri</i>	-	-	0,4 (0)	од. (0)	-	-
<i>Proteocephalus gobiorum</i>	-	-	-	-	3 (0,01)	1 (0)
<i>Ligula pavlovski</i>	0,7 (менше 0,01)	1 (0)	-	-	-	-
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	0,3 (менше 0,01)	6 (0)	-	-	-	-
<i>Proteocephalus percae</i>	-	-	1,7 (менше0,01)	1,25 (0,03)	-	-
<i>Tylodelphys clavata, met</i>	0,7 (менше 0,01)	2 (0,69)	6,3 (0,02)	1,9 (0,11)	-	-
<i>Diplostomum spathaceum, met</i>	48,3 (0,03)	3,1 (0,23)	7,7 (0,02)	1,5 (0,06)	32,3 (0,04)	6,2 (0,42)
<i>Asymphylodora pontica</i>	-	-	1,7 (менше 0,01)	4,5 (0,20)	-	-
<i>Sphaerostomum globioporium</i>	10,8 (0,02)	33,8 (1,78)	-	-	-	-
<i>Nicolla skrjabini</i>	23,9 (0,03)	10,3 (0,69)	5,04 (0,01)	1,8 (0,06)	15,2 (0,04)	3 (0,16)
<i>Apatemon gracilis, met</i>	1,7 (менше 0,01)	4,4 (0,17)	60,1 (0,03)	21,2 (1,88)	1 (менше 0,001)	3 (0)
<i>Bucephalus polymorphus, met</i>	-	-	-	-	9,1 (0,03)	8,4 (0,53)
<i>Cryptocotyle convacum, met</i>	3,5 (0,01)	4 (0,19)	0,8 (менше 0,01)	2 (0)	-	-
<i>Aspidogaster limacoides</i>	-	-	-	-	1 (0,02)	3 (0,07)
<i>Eustrongylides excisus</i>	1,1 (менше 0,01)	1,3 (0,03)	1,3 (менше 0,01)	1 (0)	-	-
<i>Raphidascaris acus</i>	-	-	-	-	2 (0,01)	1 (0)
<i>Argulus foliaceus</i>	1,4 (менше0,01)	1 (0)	-	-	2 (0,01)	1 (0)
<i>Unionidae gen. sp.</i>	3,5 (0,01)	9,2 (0,42)	17,02 (0,02)	33,3 (2,01)	3 (0,02)	2 (0,64)

Примітка: в дужках наведено показники помилки репрезентативності; для видів паразитів, зараження якими було одиничним показник помилки складає 0, для мікроспоридій та джгутиконосців помилки репрезентативності інтенсивності зараження обраховані не були, так не було визначено точну кількість екземплярів паразитів

Як видно з даних таблиці, у бичка-пісочника та кругляка домінуючими є широко розповсюджені види паразитів, що мають широку гостальну специфічність (метацеркарії *D. spathaceum* та інфузорії роду *Trichodina*), субдомінантом у пісочника виступає специфічних паразит бичкових риб, що відмічений в складі материнської паразитофауни – моногені *G. proterorhini*. Домінантом у бичка-цуцка виступають метацеркарії трематоли, відмічені у риб Чорного і Азовського морів – *A. Gracilis*, який відмічений у 60,1% досліджених риб континентальних водойм. В деяких водоймах зараження метацеркаріями сягає 85,7%. Варто зазначити, що станом на 1989р. серед паразитів риб Канівського та Кременчуцького водосховищ метацеркарії *A. gracilis* не були відмічені [1].

Цікавою знахідкою серед паразитів бичка-пісочника є цестоли далекосхідного фауністичного комплексу *Bothriocephalus acheilognathi*. Слід зауважити, що знахідка була одиничною у бичків, що виловлені в р. Рось, на якій знаходиться Білоцерківська гідробіологічна станція з ставками, в яких розводять білого амура, значно зараженого зазначеним видом цестод. Ймовірно, що інвазовані веслоногі рачки стали здобиччю бичка-пісочника який відіграв роль остаточного хазяїна, забезпечивши реалізацію життєвого циклу паразита. Отже за сприятливих умов бичок може сприяти поширенню захворювання в водних екосистемах.

Серед відмічених паразитів в тіло бичкових потрапляють так:

1) передача збудника захворювання з током води. Здебільшого це види найпростіших паразитів – мікроспоридії, інфузорії та паразитичні ракоподібні. У бичкових, які ведуть придонний спосіб життя та тяжіють до мілководь з невисокою швидкістю течії, розвиненою водною рослинністю, піщаним або мулистим ґрунтами формуються оптимальні умови для зараження найпростішими, паразитичними ракоподібними та глохідіями молюсків. Так, у бичка-цуцка зараження *Henneguya acerina* в р. Стугна сягало 61,5%, а інфузоріями *Trichodina jadratica* на озері Бабиному – 95,7%. Зараження глохідіями двостулкових молюсків на р. Рось складало 75%.

2) аліментарним шляхом – в процесі живлення. Наприклад, кругляк є досить ненажерливим бентофагом, основні компоненти його раціону – двостулкові молюски дрейсени, малощетинкові черви, гамариди, водяні безхребетні. Так, цестола *Proteocephalus gobiorum* для реалізації свого життєвого циклу в якості першого проміжного хазяїна використовує веслоногих рачків, що стають здобиччю для молодих особин кругляка. *A. limacoides* паразитує у двостулкових молюсків, зокрема у *Dreissena polymorpha*, що інтенсивно обростає кам'яні насипи, яким віддає перевагу кругляк. Харчуючись молюсками, бичок споживає аспідогастрів в інвазійній стадії і заражається паразитом. Іншим прикладом паразита, що потрапляє в організм бичка з їжею є трематола *Nicolla skrjabini*, проміжним хазяєм якої є гамариди, що часто поселяються в друзах дрейсен, якими, в свою чергу, і харчується бичок. Нематодами *Raphidascaaris acus* бичок заражається споживаючи олігохет, копепод та інших водяних безхребетних, які можуть відігравати роль проміжних хазяїв.

3) активне проникнення в організм хазяїна через покриви тіла. Зареєстровано 5 видів паразитів, що у бичкових зустрічаються на стадії метацеркарії, а саме *Diplostomum spathaceum*, *Tylodelphys clavata*, *Apatemon gracilis*, *Vucephalus polymorphus*, *Cryptocotyle convacum*. Здебільшого проміжними хазяями вказаних вище трематод є червоногі молюски. Активні, рухливі личинки покидають тіло молюсків і частково осідають на дно та вищу водну рослинність. Саме придонний спосіб життя бичкових робить їх легкою мішенню для зараження цими видами трематод.

Оскільки паразитичні організми є складовою частиною біоценозів, вони, як і вільноживучі організми, реагують на зміни стану навколишнього середовища. Рівень зараження одними видами паразитів може знижуватися, зростати або залишатися на одному й тому ж рівні. Так, прослідкувати реакцію паразитофауни виду на існування в різних умовах можна на прикладі бичка-цуцка, дослідження якого проводилось на 9 водних об'єктах, що відрізняються за своїми характеристиками – відносяться до лотичних або лентичних систем, мають різний ступінь пошкодження систем та зазнають антропогенного навантаження.

Для характеристики подібності угруповань паразитів було обрано коефіцієнт Чекановського-Серенсена [13], єдиним недоліком якого є те, що він не враховує довжину видових списків при порівнянні, тому більшість водойм з низьким видовим різноманіттям проявляють різний ступінь подібності до водойм з більшим видовим багатством. Деяку подібність угруповань паразитів бичка-цуцика можна прослідкувати для р. Рось та річкової ділянки Кременчуцького водосховища (59%) та р. Дніпро і р. Стугна (60%). Причина цього явища криється в подібності багатьох характеристик перерахованих водних об'єктів, а саме: наявність течії, перепад глибин, високе різноманіття екологічних ніш, що створюють умови для значного видового багатства гідробіонтів, які в свою чергу можуть виступати в якості інвазивного начала, підтримуючи популяції паразитів на певному рівні. Відносна неушкодженість систем та різноманіття ценотичних зв'язків в екосистемі забезпечують циркуляцію більшого видового різноманіття паразитів.

Дещо відокремлено в таблиці положення угруповань паразитів бичка-цуцика річки Ірпінь. Водний об'єкт зазнає значного антропогенного навантаження (зарегулювання стоку водосховищами та численними ставками, використання 81% річища в якості осушувально-зволожувальної системи та інше) при цьому спостерігається деградація угруповань гідробіонтів [8]. В останні роки відмічається значне збіднення іхтіофауни та водяних безхребетних, і як наслідок, спостерігається зниження видового багатства паразитичних організмів.

Значну подібність угруповань паразитів бичка-цуцика спостерігали в умовах лентичних систем (табл. 2).

Таблиця 2

Коефіцієнт подібності (%) паразитофауни бичка-цуцика в різних досліджуваних водних об'єктах за коефіцієнтом Чекановського-Серенсена

Водойма	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,54	59	46	36	20	33	50	60	55
2	59	1,86	50	43	31	53	53	46	43
3	46	50	0,88	60	22	36	55	44	60
4	36	43	60	1,17	0	44	22	29	25
5	20	31	22	0	1,37	50	50	33	29
6	33	53	36	44	50	0,78	60	50	44
7	50	53	55	22	50	60	0,55	75	67
8	60	46	44	29	33	50	75	0,33	86
9	55	43	60	25	29	44	67	86	0,53

Примітка: 1-р. Рось; 2- річкова ділянка Кременчуцького вдих; 3-р.Дніпро; 4- Стугна; 5- р. Ірпінь;. 6- оз. Бабине; 7-оз. Сонячне; 8- Червонооскільське вдсх; 9- оз. Редьчине. По діагоналі в таблиці наведено показники індексу оригінальності угруповань

Подібність паразитоценозів бичка-цуцика в озерах Редьчине та Сонячне (60%) досить закономірно, вони відносяться до лентичних систем, що створює відповідні умови до формування паразитофауни водойми, а також вони мають схожий склад іхтіофауни. Аналогічно пояснюється і схожість озер Сонячне та Бабине. Червонооскільське водосховище проявляє подібність до лентичних систем (оз. Редьчине та оз. Сонячне – 86% та 75% відповідно), так, як водосховище досить мілководне, іхтіофауна та фауна водяних безхребетних, молюсків, видове різноманіття вищої водяної рослинності наближується за видовим складом та кількісною представленістю до озерного типу.

Для паразитоценозів бичка-цуцика озера Редьчине та р. Дніпро характерна подібність паразитофауни бичка-цуцика (60%). Однією з причин подібної ситуації є походження озера. Адже в 70-х рр. ХХ ст. при забудові житлового масиву Оболонь з нинішньої території озера забирався ґрунт для наміву масиву. Після проведених робіт озеро було залите частково дніпровською водою. Що в подальшому сформувало рослинне та тваринне різноманіття водойми.

Паразитоценози бичка-цуцика з річки Рось та річкової ділянки Кременчуцького водосховища також мають значну подібність (59%). Це водойми лотичного типу, з досить багатого іхтіофауною та різноманіттям умов існування (перепад глибин, характер дна, водяна рослинність, швидкість течії). Тому, для цих водойм характерні найвищі показники індексу Шеннона – 2,26 біт/екз, 2,53 біт/екз для р. Рось та річкової ділянки Кременчуцького водосховища відповідно.

Подібний розподіл паразитофауни бичка-цуцика в різних досліджуваних водних об'єктах свідчить про те, що паразити, як невід'ємні компоненти біоти, чітко реагують на умови існування, залежать від ряду чинників.

Ще однією цікавою особливістю угруповань паразитів риб, що мешкають в водоймах лотичного або лентичного типу є відмінності в інтенсивності та екстенсивності зараження деякими видами паразитів (рис. 1). Так, в водоймах озерного типу екстенсивність зараження бичка-цуцика та бичка-пісочника інфузоріями, метацеркаріями диплостоматід та *A. gracilis* значно більша ніж в водоймах річкового типу. Варто зазначити, що при цьому інтенсивність інвазії майже не змінюється. Подібна ситуація обумовлена особливостями передачі паразитів. Низька швидкість течії, або її повна відсутність полегшують процес зараження риб (рухливі церкарії виходять з молюсків і активно проникають в тіло хазяїв).

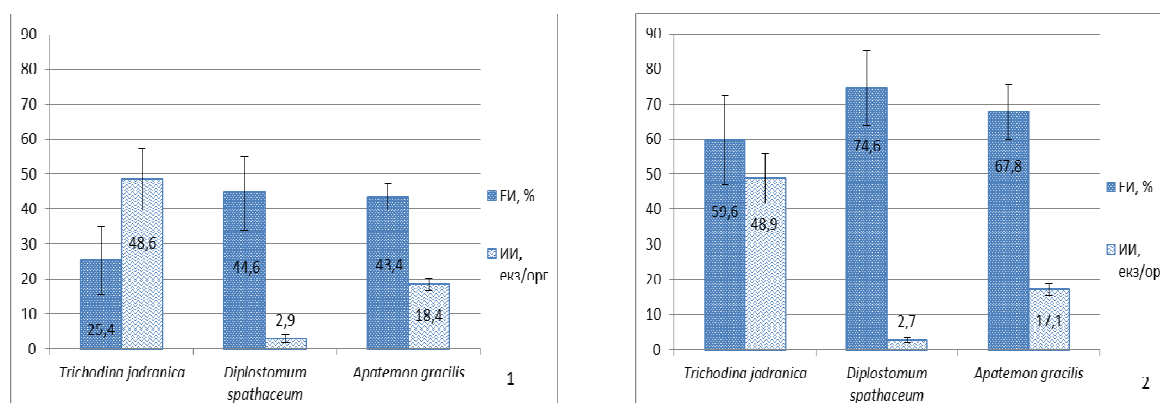


Рис. 1. Середні показники зараження деякими видами паразитів у водоймах річкового (1) та озерного типів (2)

Отже, формування паразитофауни виду залежить від різноманітної кумулятивної дії факторів, серед яких значна частка залежить від характеристик водних об'єктів, як біотичних так і абіотичних, в яких існує досліджуваний об'єкт. В першу чергу найбільшу подібність паразитофаун проявляють водні об'єкти, що відносяться до одного типу – лотичного або лентичного. Значний вплив має різноманіття умов існування, що створює умови для розвитку проміжних та остаточних хазяїв паразитів, що циркулюють в екосистемі, тобто мають значні видові та кількісні показники розвитку як риб, так і водяних безхребетних, молюсків так і водяної рослинності. Тобто, угруповання паразитів формується при сукупній дії різних чинників, серед яких виокремити провідні буває досить складно.

Висновки

Розповсюдження та збільшення чисельності окремих систематичних груп паразитів-вселенців свідчить про те, що епізоотологічна ситуація може формуватись за рахунок адаптації до нових умов. Виявлення деяких видів паразитів, характерних для солонуватоводних видів риб (*G. proterhorini*, *D. spathaceum*, *C. convacum*, *L. pavlovskii*, *N. skrjabini*, *E. excisus*, а також

ймовірно, мікроспоридії *G. acerinae* та метацеркарії трематод *A. gracilis*) свідчить в свою чергу, що інвазивний вид привносить в реципієнтну екосистему власних паразитів. Більшість виявлених паразитів бичкових у континентальних водоймах є види, що характеризуються досить широкою гостальною специфічністю та мають широкий географічний ареал розповсюдження.

Спосіб життя і особливо характеристики біотопу існування, якому надає перевагу риба, багато в чому визначають структуру та особливості угруповань паразитів.

1. *Безпозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ* / [Л.Н. Зимбалева, П.Г. Сухойван, М.И. Черногоренко и др.]. — Киев: Наук. думка, 1989. — 248 с.
2. *Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах* / [Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г., Орлова М.И. и др.]; под ред. А.Ф. Алимова. — М.: СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. — 436 с.
3. *Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению. / И.Е. Быховская-Павловская — Л.: Наука, 1985. — 117 с.
4. *Галанин И.Ф.* К вопросу о расселении бычков родов *Neogobius* и *Proterorhinus* в прибрежье Куйбышевского водохранилища / И.Ф. Галанин // Российский журнал биологических инвазий. — 2012. — № 1. — С. 32—38.
5. *Догель В.А.* Общая паразитология / В.А. Догель. — Л.: Изд-во Ленинградского университета. — 1962. — 464 с.
6. *Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек понто-каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы* / Ю.В. Слынько, Ю.Ю. Дгебуадзе, Р.А. Новицкий, О.А. Христов // Российский журнал биологических инвазий. — 2010. — № 4. — С. 74—89.
7. *Квач Ю.В.* Бычковые рыбы (Gobiidae) Северо-Западной части Черного моря как промежуточные и паразитические хозяева гельминтов / Ю.В. Квач // Матеріали 6-го Міжнародного Симпозіуму (11-12 листопада, 2004 р., м. Одеса) / Екологічні проблеми Чорного моря. — 2004. — № 36. — С. 225—229.
8. *Мовчан Ю.В.* Сучасний склад іхтіофауни басейну верхнього Дніпра (фауністичний огляд) / Ю.В. Мовчан // Збірник праць Зоологічного музею. — 2012. — № 43. — С. 35—50.
9. *Найденова Н.Н.* Паразитофауна рыб семейства бычковых Черного и Азовского морей / Н.Н. Найденова. — К.: Наукова думка, 1974. — 175 с.
10. *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).
11. *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).
12. *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).
13. *Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. — М.: Наука, 1982. — 281 с.
14. *Introduced species and their missing parasites* / M. Torchin, K. Lafferty, A. Dobson // Nature. — 2003. — Vol. 421. — P. 628—630.
15. *Metazoan parasites of Neogobius fishes in the Slovak section of the River Danube* / M. Ondračková, M. Dávidová, M. Pečinková and other // Journal of Applied Ichthyology. — 2005. — Vol. 21. — P. 345—349.
16. *Parasitization of invasive gobiids in the eastern part of the Central trans-European corridor of invasion of Ponto-Caspian hydrobionts* / Y. Kvach, Y. Kornychuk, K. Mierzejewska and others // Parasitology Res. — 2014. — Vol. 113. — P. 1605—1624.

Н. В. Заиченко

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ПАЗАРИТЫ БЫЧКОВЫХ РЫБ В НЕКОТОРЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

В работе приведен видовой состав сообщества паразитов бычковых рыб в некоторых континентальных водоемах Украины. Среди паразитов были отмечены как представители аборигенной паразитофауны, так и виды паразитов, характерные для рыб Черного и Азовского

морей. Проведен аналіз структури паразитоценозов рыб в зависимости от экологических особенностей вида. Исследовано особенности паразитоценозов бычковых рыб в водоемах различного типа.

Ключевые слова: паразиты, бычковые рыбы, рыбы-вселенцы

N. V. Zaichenko

Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv

PARASITES OF GOBY FISH IN SOME CONTINENTAL WATER BODIES

Parasites species community of goby fish in some inland waters of Ukraine are given in the paper. Species of aboriginal parasite fauna and parasite species that are typical for fishes of the Black and Azov Sea were noted. The analysis of fish parasites community structure depending on the ecological characteristics of the species are given. The features of parasites community of goby fish in water bodies of different types have been investigated.

Keywords: parasites, goby fish, fish invaders

Рекомендує до друку

Надійшла 20.05.2015

В. В. Грубінко

УДК 574.633 : (597.552.1+ 597.554.3) : 546.723

О. О. РАБЧЕНЮК, В. О. ХОМЕНЧУК, В. З. КУРАНТ

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

ВПЛИВ ПІДВИЩЕНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЙОНІВ Fe³⁺ НА ГЕМАТОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ КОРОПА ТА ЩУКИ

Досліджено зміни гематологічних показників коропа лускатого (*Cyprinus carpio* L.) та щуки звичайної (*Esox lucius* L.) за дії підвищених концентрацій Fe³⁺. Показники крові коропа є більш інформативними порівняно з такими у щуки. Відмічено зростання кількості гемоглобіну крові, білка плазми та активності лактатдегідрогенази плазми крові коропа за дії 5 рибогосподарських гранично-допустимих концентрацій йонів Fe³⁺, що може бути використано для оцінки забруднення гідроекосистем йонами феруму (III).

Ключові слова: *Cyprinus carpio* L., *Esox lucius* L., ферум, гемоглобін, еритроцити, гематокрит, білок плазми крові, лактатдегідрогеназа

Останнім часом, внаслідок нераціональної господарської діяльності людини, водне середовище зазнає прогресуючого впливу дії токсикантів різного генезису, серед яких одне з провідних місць займають метали. Особливий інтерес представляють метали, які знаходять широке застосування в різних сферах виробничої діяльності людини, такі, як ферум, купрум, нікол, манган, цинк тощо. Вони, як відомо, не піддаються біодеградації і, поступово накопичуючись у різних компонентах екосистем, беруть участь у біологічному колообізі хімічних елементів, призводять до отруєння біоти [5].

Антропогенне забруднення гідроекосистем, у якому беруть участь метали, охоплює все більше водоемів України. Серед металів забруднювачів особливої уваги заслуговують йони Fe³⁺ [8].

Головними джерелами надходження сполук феруму до водних екосистем є процеси хімічного вивітрювання гірських порід, гірничодобувні, металургійні, металообробні, текстильні, сільськогосподарські підприємства тощо [11].

Йони Fe^{3+} в малих, сумісних з життям дозах, викликають в організмі порушення, які можуть в тій чи іншій мірі компенсуватися за рахунок відновлювальних, захисних адаптивних реакцій. Вловлювати такі «сигнали тривоги» допомагає аналіз реакцій тканинних систем, насамперед гематологічної та імунної [7].

Кров є поліфункціональною системою організму, що динамічно реагує на зміни як внутрішнього, так і зовнішнього середовища. Гематологічні показники, володіючи високою лабільністю та чутливістю, за несприятливих умов зовнішнього середовища є індикаторами патологічних процесів як у окремих особин, так і популяцій риб [3]. Тому, метою роботи було дослідити окремі гематологічні показники риб за впливу підвищених концентрацій йонів Fe^{3+} .

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на дворічках коропа (*Cyprinus carpio* L.) і щуки (*Esox lucius* L.) з середньою масою 300-350 г. Дослідних риб вилучували із ставків Тернопільського рибкомбінату, урочище Залісці. Для експериментального витримування риб використовували відстояну водопровідну воду (Na^+ 18 мг·л⁻¹; K^+ 1 мг·л⁻¹; Cl^- 10 мг·л⁻¹; Ca^{2+} 50 мг·л⁻¹; Mg^{2+} 9 мг·л⁻¹; Zn^{2+} і Cd^{2+} слідові кількості; HCO_3^- 115 мг·л⁻¹; SO_4^{2-} 10 мг·л⁻¹; рН 7,7- 7,9). Вміст кисню в воді акваріумів підтримували на рівні 7,0 – 8,0 мг/л. Перед дослідом риб аклімували 3 доби в басейнах об'ємом 2 м³. В експериментах риб утримували в лабораторних акваріумах об'ємом 200 л з розрахунку 40 л на одну особину. З метою запобігання хронічного впливу на риб їх власних екзометаболітів воду в акваріумах змінювали щодвобово.

Вивчали вплив йонів Fe^{3+} на риб в концентраціях 0,2 і 0,5 мг·дм⁻³, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським ГДК [6]. Необхідні концентрації йонів металу у воді створювали внесенням солі $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ кваліфікації “х.ч.”. Риб під час аклімації не годували. Період утримування риб у токсичних умовах становив 14 діб, що є достатнім для формування адаптивної відповіді на дію стрес-фактору [10].

Згідно поставлених завдань для дослідження гематологічних показників відбирали кров із серця риб. Голку для взяття крові з метою запобігання коагуляції попередньо обробляли розчином гепарину. Досліджували кількість еритроцитів, гематокрит, рівень гемоглобіну у крові та вміст білка та активність лактатдегідрогенази у плазмі крові риб. Контролем служили величини досліджуваних показників тканин риб, які перебували у воді акваріумів без додавання токсикантів.

Підрахунок еритроцитів проводили в камері Горяєва. Гематокритне число (відношення об'єму еритроцитів до загального об'єму крові, виражене у %) визначали за допомогою мікрокапілярів попередньо оброблених розчином гепарину та висушених при кімнатній температурі [9]. Рівень гемоглобіну досліджували гемоглобінціанідним методом [4]. Вміст білка в плазмі крові визначали за Лоурі та співавт. [13].

Активність лактатдегідрогенази (L-лактат: НАД оксидоредуктаза КФ 1.1.1.27) визначали по швидкості окислення НАДН, яку реєстрували за зменшенням величини оптичної густини при 340 нм [12].

Всі одержані експериментальні дані оброблено статистично з використанням пакету “Microsoft Excel”.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз одержаних результатів показав, що за дії обох досліджуваних концентрацій йонів Fe^{3+} має місце тенденція до зростання кількості еритроцитів у коропа та щуки за дії 2 ГДК йонів металу (таблиця). Проте дана величина знаходиться в межах норми для даних видів риб [2].

Підвищене значення гематокриту риб може бути свідченням згущення крові чи стресу. Низьке значення гематокритного числа може бути наслідком анемії, гемолізу чи пошкодженням зябер [1]. Гематокритне число досліджуваних видів риб за дії підвищених концентрацій йонів Fe^{3+} не зазнає достовірних змін. Очевидно, 14-денний термін інтоксикації йонами феруму (III) недостатній для того, щоб відбулися глибокі структурні зміни в організмі риб.

Рівень гемоглобіну у коропа збільшується за впливу 5 ГДК йонів Fe^{3+} ($p < 0,05$), тоді як у щуки рівень пігменту достовірно знижується за даної концентрації йонів металу. Очевидно в

даному випадку відмінності обумовлені екологічними та фізіолого-біохімічними особливостями даних видів риб.

Таблиця

Гематологічні показники коропа та щуки за дії Fe^{3+}

Показники крові	Короп			Щука		
	Контроль	2 ГДК	5 ГДК	Контроль	2 ГДК	5 ГДК
Кількість еритроцитів, млн./мм ³	1,4±0,1	1,5±0,2	1,5±0,2	1,8±0,1	2,1±0,3	1,8±0,2
Гематокрит, %	35,2±2,3	29,0±2,5	39,8±2,4	37,0±2,1	31,3±4,0	32,3±2,3
Гемоглобін, г/дм ³	76,9±7,6	85,1±3,5	109,6±5,6*	91,3±10,1	69,9±14,2	71,5±3,9*
Білок плазми, г/дм ³	33,3±2,1	29,4±1,5	43,9±2,7*	37,4±3,0	35,2±2,0	35,9±2,9
Активність лактатдегідрогенази, нмоль НАД/хв×мг	6,0±1,1	3,3±0,3*	12,5±1,7*	3,3±0,8	4,3±0,6	7,3±1,8*

Примітка. * зміни порівняно з контролем вірогідні ($p < 0,05$).

Зміни вмісту білків у плазмі крові можуть слугувати індикатором патологічних процесів в організмі [7]. Рівень білків у плазмі крові достовірно зростає лише за дії максимальної концентрації йонів металу у коропа. Очевидно, високі концентрації йонів феруму (III) обумовлюють посилений розпад білків тканин коропа, що в свою чергу сприяє зростанню їх кількості у крові риб.

Активність лактатдегідрогенази зростає за дії 5 ГДК йонів Fe^{3+} як у щуки, так і коропа, що опосередковано свідчить про активацію анаеробного енергозабезпечення та пригнічення циклу трикарбонових кислот.

Висновки

У цілому, показники крові коропа є більш інформативними порівняно зі щукою. Кількість гемоглобіну крові, вміст білка плазми та активність лактатдегідрогенази плазми крові риб можуть бути використані для оцінки забруднення водного середовища йонами заліза (III).

1. Житенева Л.Д. Экологические закономерности ихтиогематологии / Л.Д. Житенева. — Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 2000. — 56 с.
2. Житенёва Л.Д. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб / Житенёва Л.Д., Рудницкая О. А., Калужная Т.И. // Справочник. — Ростов на Дону: АзНИИРХ, 1997. — 149 с.
3. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников. — Л.: Наука, 1987. — 519 с.
4. Кушаковский М.С. Клинические формы повреждения гемоглобина / М.С. Кушаковский. — Л.: Медицина, 1968. — 324 с.
5. Мур Дж. Тяжелые металлы в природных водах / Дж. Мур, С. Рамамурти. — М.: Мир, 1987. — 265 с.
6. Обобщенный перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-безопасных уровней воздействия вредных веществ (ОБУВ) для воды рыбохозяйственных водоемов / Минрыбхоз СССР. — М., 1990. — 44 с.
7. Серпунин Г.Г. Ихтиогематологические исследования как элемент биологического мониторинга водоемов // Наземные и водные экосистемы Северной Европы: управление и охрана. Мат-лы междунар. конф., посвящ. 50-летию ин-та Карел. науч. центра РАН. 8-11 сентября 2003, Петрозаводск. — Петрозаводск: Ин-т биол. КарелНЦ РАН, 2003. — С. 130—131.
8. Техногенне забруднення водного середовища іонами заліза / Д.А. Труфаненко, С.Л. Гуторчук // Біологічні дослідження — 2013: Матеріали IV науково-практичної Всеукраїнської конференції молодих учених та студентів. — Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2013. — С. 64—65.
9. Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна/ Методическое руководство. — Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. — 105 с.
10. Хлебович В. В. Акклимация животных организмов / В. В. Хлебович. — Л.: Наука, 1981. — 135 с.
11. Яришкіна Л.О. Дослідження забруднення Запорізького водосховища деякими важкими металами / Л.О. Яришкіна, М.О. Заїка // Екологічна безпека. — 2010 (10). — С 26—30.
12. Bergmeyer H.G. Methods of enzymatic analysis / H. Bergmeyer, E. Bernet — Vienne: Verlag Chemic., 1974. — P. 324—328.
13. Protein measurement with the Folin phenol reagent / J. O. H. Lowry, N. J. Rosenbrough, A. L. Farr [et al.] // J. Biol. Chem. — 1951. — Vol. 193, № 1. — P. 265—275.

Е. А. Рабченко, В. А. Хоменчук, В. З. Курант

Тернопольский национальный педагогический университет имени Владимира Гнатюка

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИОНОВ Fe³⁺ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРПА И ЩУКИ

Исследованы изменения гематологических показателей карпа чешуйчатого (*Cyprinus carpio* L.) и щуки обыкновенной (*Esox lucius* L.) при действии повышенных концентраций Fe³⁺. Показатели крови карпа более информативны по сравнению с таковыми у щуки. Отмечен рост количества гемоглобина крови, белка плазмы и активности лактатдегидрогеназы плазмы крови карпа при действии 5 рыбохозяйственных предельно допустимых концентраций ионов Fe³⁺, что может быть использовано для оценки загрязнения гидросистем ионами железа (III).

Ключевые слова: *Cyprinus carpio* L., *Esox lucius* L., железо, гемоглобин, эритроциты, гематокрит, белок плазмы крови, лактатдегидрогеназа

O. O. Rabchenyuk, V. O. Khomenchuk, V. Z. Kurant

Ternopil Volodymyr Hnatyuk National Pedagogical University, Ukraine

THE IMPACT OF INCREASED CONCENTRATIONS OF Fe³⁺ IONS ON THE HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF *CYPRINUS CARPIO* L. AND *ESOX LUCIUS* L.

The changes of hematological parameters of *Cyprinus carpio* L. and *Esox lucius* L. under the impact of increased concentrations of Fe³⁺ ions have been investigated. The blood indicators of carp are more informative compared to the pike. The increase of the number of hemoglobin in the blood, the plasma protein and the activity of lactate dehydrogenase of blood plasma under the impact of five fisheries maximum allowable concentrations of Fe³⁺ ions has been shown. It can be used to assess of the pollutions of aquatic ecosystems by Fe³⁺ ions.

Keywords: *Cyprinus carpio* L., *Esox lucius* L., iron, hemoglobin, erythrocytes, hematocrit, the protein of blood plasma, lactate dehydrogenase

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 26.05.2015

ЕКОЛОГІЯ

УДК 574.3: 579.26

¹О. В. ГУЛАЙ, ²О. М. ЖУКОРСЬКИЙ, ³В. В. ГУЛАЙ

¹Інститут агроекології і природокористування НААН України
вул. Метрологічна, 12, Київ, 03143

²Національна академія аграрних наук України
вул. Васильківська, 37, Київ, 03022

³Кіровоградський державний педагогічний університет імені В. Винниченка
вул. Шевченка, 1, Кіровоград, 25006

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ВЗАЄМОДІЙ *ONDATRA ZIBETHICUS* З ПАТОГЕННИМИ БАКТЕРІЯМ *ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE* СЕРОЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ

Досліджували ондатр з 7 пунктів на території Хмельницької та Кіровоградської областей України. Екстенсивність зараження ондатр, залежно від місць відлову, коливалась у межах від 7,7% до 26,0%. Загалом з усіх обстежених особин ондатри (n=97) 15,4% тварин виявились серологічно позитивними. При цьому показник екстенсивності зараження для самців ондатр складав 17,8%, а для самиць – 12,0%. Показники екстенсивності зараження дорослих та молодих тварин були досить близькими – 15,1% та 15,9% відповідно.

Екстенсивність зараження ондатр збудником бешихи залежить не від статі чи віку, а знаходиться у прямій залежності від щільності цих тварин ($r = 0,96$).

Виявлення в крові ондатр антитіл до патогенних бактерій *E. rhusiopathiae* дозволяє зробити висновок, що в умовах прісноводних екосистем між цими видами формується трофічний, топічний та форичний тип біоценотичних зв'язків.

Ключові слова: *Ondatra zibethicus*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, екстенсивність зараження, топічні, трофічні, форичні зв'язки

У сучасній фауні України існує чимало тварин, які є досить цінними у господарському відношенні. До низки таких видів належить ондатра (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1766), яка була інтродукована з Північної Америки на територію бувшого СРСР у 1928 р. [4]. Успішно акліматизувавшись, цей вид тварин поширився і наразі населяє береги рік, ставків, водосховищ по всій території країни. Цінність хутра ондатри є причиною її активного промислу, щорічний обсяг якого сягає десятків тисяч особин. Як компонент прісноводних та прибережних екосистем ондатра вступає у екологічні зв'язки з іншими складовими біоценозів, включно і патогенними мікроорганізмами, окремі з яких можуть уражувати людей. Зокрема, існують відомості про зараження ондатри трихофітією, актиномікозом, кокцидіозом, хламідіозом, сальмонельозом, псевдотуберкульозом, лістеріозом, туляремією, лептоспірозом, геморагічною лихоманкою та ін. [5, 8, 9, 10, 11].

В об'єктах зовнішнього середовища поширеним є *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Migula, 1900) – вид патогенних бактерій, які паразитують у широкого кола господарів, включно в організмі людей, викликаючи захворювання під назвою бешиха (*Erysipelas*) [1, 7]. Ці патогенні бактерії здатні існувати і в організмі ондатр [2, 3, 5, 8, 9, 10, 11]. Разом з тим, нам не вдалось віднайти

ЕКОЛОГІЯ

відомостей про дослідження та виявлення в Україні випадків зараження ондатр бактеріями *E. rhusiopathiae*. Враховуючи небезпеку зараження людей на бешиху при промислі та первинній обробці тушок ондатр необхідним є вивчення екологічних взаємодій цих тварин з патогенними бактеріями *E. rhusiopathiae*.

Матеріал і методи досліджень

Ондатр для досліджень відловлювали у стаціях:

- 1 – околиці с. Казавчин Гайворонського району Кіровоградської області;
- 2 – околиці с. Велика Северинка Кіровоградського району Кіровоградської області;
- 3 – околиці с. Чернелівка Красилівського району Хмельницької області;
- 4 – околиці м. Світловодськ Кіровоградської області;
- 5 – околиці с. Юхимівці Волочиського району Хмельницької області;
- 6 – околиці с. Манилівка Хмельницького району Хмельницької області;
- 7 – околиці с. Новоклинці Долинського району Кіровоградської області.

Серологічне обстеження тварин проводили з використанням реакції проби росту (ПР) [2] з кров'ю на фільтрувальному папері [6].

Кров об'ємом близько 1,2 см³ (0,4 см³ сироватки) відбирали із серця, наносили на шматки фільтрувального паперу і висушували при кімнатній температурі. Повітряно-суху краплю крові у лабораторії подрібнювали ножицями та вкладали у пробірку. Для одержання 10% вмісту сироватки крові у пробірку вносили 3,6 см³ серцево – мозкового бульйону (AES Chemunex, Франція) і залишали при кімнатній температурі на 1,5 години для екстрагування. Одержаний розчин сироватки крові стерилізували за допомогою шприцевих фільтрів Minisart (Sartorius, Німеччина) з розмірами пор < 0.2 μm. Методом послідовних розведень готували зразки об'ємом 2,0 см³ поживного середовища, що містять сироватку крові у концентрації – 10,0%, 5,0%, 2,5%, 1,3%, 0,6%, 0,3%. У кожен зразок у якості антигена вносили 0,05 см³ добової культури патогенних бактерій *E. rhusiopathiae* і культивували при 36,7±0,3°C. Облік результатів проводили через 24 години. Пробу вважали позитивною за наявності добре вираженої зони осаду і відсутності ознак росту бактерій у середовищі. Пробу вважали негативною за наявності росту культури без ознак аглютинації.

Результати досліджень та їх обговорення

Екстенсивність зараження ондатр, залежно від місць відлову, коливалась у межах від 7,7% до 26,0% (таблиця). На нашу думку це пояснюється відмінностями у перебігу епізоотичного процесу на різних територіях. Загалом з усіх обстежених особин ондатри (n=97) 15,4% тварин виявились серологічно позитивними. При цьому показник екстенсивності зараження для самців (♂) ондатр складав 17,8%, а для самиць (♀) – 12,0%. Показники екстенсивності зараження для дорослих (ad.) та молодих тварин (juv.) були досить близькими – 15,1% та 15,9% відповідно.

Таблиця

Результати серологічного обстеження ондатр на бешиху

№ Стації	Досліджено, особин				Позитивно в реакції ПР, особин			
	Всього	з них:			Всього	з них:		
		ad.		juv.		ad.		juv.
		♂	♀			♂	♀	
1	8	5	3	0	0	0	0	
2	23	8	5	10	6	3	1	2
3	5	0	2	3	0	0	0	0
4	19	6	5	8	4	2	1	1
5	22	3	6	13	4	0	1	3
6	7	2	2	3	0	0	0	0
7	13	4	2	7	1	0	0	1
Всього	97	28	25	44	15	5	3	7

З метою встановити чи залежить екстенсивність зараження ондатр на бешиху від статі чи віку тварин нами був використаний статистичний метод визначення суттєвості різниці між дослідними та теоретичними числами – критерій χ^2 . Проведений аналіз даних показав, що екстенсивність зараження ондатр на бешиху не залежить від віку ($\chi^2 = 0,01$) та статі ($\chi^2 = 0,35$) тварин.

Звертає на себе увагу той факт, що тварини, які реагували позитивно при серологічному дослідженні, виявлені у 4 (57,1%) з 7 обстежених стацій. У тих випадках, коли кількість досліджених тварин була невеликою (стації 1, 3, 6), серопозитивних особин виявлено не було. Одночасно, при збільшенні кількості особин, здобутих у відповідних стаціях (2, 4, 5, 7), кількість позитивних реакцій у ПР збільшується. Виявлену залежність пояснюємо так: оскільки спосіб та тривалість обстежень усіх стацій була практично однаковою, відповідно, різна кількість здобутих тварин може бути пояснена відмінностями у щільності ондатр, що мешкали в обстежених ділянках. У тих стаціях, де щільність ондатр була високою, нам вдалось відловити більше особин, ніж у тих місцевостях, де щільність цих тварин була нижчою. Статистична обробка результатів досліджень із встановлення кореляційного зв'язку (r) між щільністю ондатр та показником їх зараження дозволила зробити наступний висновок. Екстенсивність зараження ондатр збудником бешихи залежить не від статі чи віку, а знаходиться у сильній прямій залежності від щільності цих тварин ($r = 0,96$).

Виявлення в крові ондатр антитіл до патогенних бактерій *E. Rhusiopathiae* дозволяє зробити висновок, що в умовах прісноводних екосистем між цими видами формується прямий трофічний зв'язок типу паразит – господар.

Під час паразитування бактерій *E. rhusiopathiae* організм господаря (ондатри) виступає для них і середовищем існування, таким чином між цими видами формується топічний тип біоценотичних зв'язків.

Паразитуючи, *E. rhusiopathiae* не тільки перебувають в тілі господаря, але й виділяються із нього назовні. Під час перебігу інфекційного процесу ондатри переміщуються в межах свого середовища існування, переносять і розповсюджують бактерій *E. rhusiopathiae*. Отже, між цими видами формується форичний тип біоценотичних зв'язків.

Висновки

1. За даними серологічного обстеження екстенсивність зараження ондатр збудником бешихи складає 15,4%.
2. Між показником екстенсивності зараження ондатр та віком чи статтю тварин залежності не виявлено.
3. Екстенсивність зараження ондатр збудником бешихи знаходиться у прямій сильній залежності від щільності популяцій цих тварин.
4. Між ондатрами та патогенними бактеріями *E. rhusiopathiae* в умовах прісних водойм формуються біоценотичні взаємозв'язки топічного, трофічного та форичного типів.

1. Борисович Ю.Ф. Инфекционные болезни животных: Справочник / Ю.Ф. Борисович, Л.В. Кириллов; под. ред Д.Ф. Осидзе. — М.: Агропромиздат, 1987. — 288 с.
2. Воронин Е.С. Рожа свиней: профилактика и меры борьбы / Е.С. Воронин, М.В. Романова. — М.: ВНИИТЕИагропром, 1987. — 42 с.
3. Жукова Л.Н. Зараженность грызунов возбудителями листериоза и эризипелоида в Свердловской области / Л.Н. Жукова, Т.А. Конюшин, В.М. Попугайло // ЖМЭИ. — 1966. — № 6. — С. 18—23.
4. Околович А.К. Ондатра / А.К. Околович, Г.К. Козаков. — М.: Заготиздат, 1951. — 103 с.
5. Ондатра: морфология, систематика, экология / [отв. редактор В.Е. Соколов, Н.П. Лавров]. — М.: Наука, 1993. — 542 с.
6. Пат. 91322 Україна, МПК G01N 33/49 (2006.01). Проведення серологічної реакції проби росту з кров'ю на фільтрувальному папері / О.В. Гулай, О.М. Жукорський, В.В. Гулай, Н.П. Ткачук. — № u201401730; заявл. 24.02.2014; опубл. 25.06.2014, Бюл. №12.
7. Фетисова И.А. Патогенная микрофлора грызунов Казахстана / И.А. Фетисова // ЖМЭИ. — 1964. — №5. — С. 58—61.
8. Hubalek Z. Microbial zoonoses and sapronoses / Z. Hubalek, I. Rudolf. — London — New York: Springer, 2011. — 271 p.
9. Karan L.S. The deduced evolution history of Omsk hemorrhagic fever virus / L.S. Karan, M. Ciccozzi, V.V. Yakimenko, A. LoPresti [et al.] // Journal of Medical Virology. — 2014. — Vol. 86 (7) — P. 1181—1187.

10. Moll van Charante A.W. Occupational risks of zoonotic infections in Dutch forestry workers and muskrat catchers / A.W. Moll van Charante, J. Groen, P.G. Mulder, S.G. Rijpkema, A.D. Osterhaus // European Journal of Epidemiology. — 1998. — Vol. 14, № 2. — P. 109—116.
11. Musfeldt Knight I. Diseases and parasites of the muskrat (*Ondatra zibethica*) in British Columbia / I. Musfeldt Knight // Canadian Journal of Zoology. — 2011. — Vol. 29 (3). — P. 188—214.

А. В. Гулай, О. М. Жуковский, В. В. Гулай

Институт агроэкологии и природопользования НААН Украины

Национальная академия аграрных наук Украины

Кировоградский государственный педагогический университет имени В. Винниченко

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ *ONDATRA ZIBETHICUS*
С ПАТОГЕННЫМИ БАКТЕРИЯМИ *ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE*
СЕРОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

Исследовали ондатр из 7 пунктов на территории Хмельницкой и Кировоградской областей Украины. Экстенсивность поражения ондатр, в зависимости от места отлова, колебалась в пределах от 7,7% до 26,0%. В общем, из всех обследованных особей ондатры (n=97) 15,4% животных оказались серологически положительными. При этом показатель экстенсивности заражения для самцов ондатр составлял 17,8%, а для самок – 12,0%. Показатели экстенсивности заражения взрослых и молодых особей животных были достаточно близки – 15,1% и 15,9% соответственно.

Экстенсивность заражения ондатр возбудителем рожи зависит не от пола или возраста, а находится в сильной прямой зависимости от плотности этих животных ($r = 0,96$).

Выявление в крови ондатр антител к патогенным бактериям *E. rhusiopathiae* позволяет сделать вывод о том, что в условиях пресноводных экосистем между этими видами формируются трофический, топический и форический типы биоценологических связей.

Ключевые слова: *Ondatra zibethicus*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, экстенсивность заражения, топические, трофические, форические связи

A. V. Hulai, O. M. Zhukorskiy, V. V. Hulai

The Institute of Agroecology and Environmental Management of National Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, Ukraine

National Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, Ukraine

Kirovograd Vynnychenko State Pedagogical University, Ukraine

**THE RESEARCH ON ENVIRONMENTAL INTERACTIONS OF *ONDATRA ZIBETHICUS* WITH
ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE PATHOGENIC BACTERIA BASED ON SEROLOGICAL
METHODS**

Muskrats from 7 areas in Khmelnytsky and Kirovohrad regions of Ukraine have been studied. The extensiveness of muskrats' infection ranged from 7.7% to 26.0% depending on the location of capture. Of all the surveyed muskrats (n = 97), 15.4% of animals were serologically positive. The figure for male muskrats equalled 17.8%, while for female muskrats it turned out to be 12.0%. The indicators of infection extensiveness for adult and young animals were very similar – 15.1% and 15.9% respectively.

The extensiveness of infection with erysipelas does not depend on the gender or age of the muskrat and is strongly and directly dependent on the population density of these animals ($r = 0,96$).

Detection of antibodies to pathogenic bacteria *E. rhusiopathiae* in the blood of muskrats suggests that in a freshwater ecosystem the set types form trophic, topical and phoric biocenotic relationships.

Keywords: *Ondatra zibethicus*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, the extensiveness of infection, topical, trophic, phoric relationships

Рекомендує до друку

Надійшла 19.05.2015

В. В. Грубінко

СПЕЦИФІЧНА ДІЯ БІОПРЕПАРАТУ НА ОСНОВІ БАЦИЛ ЩОДО ФІТОПАТОГЕНІВ

Досліджено специфічну дію біопрепарату на основі бактерій роду *Bacillus* щодо широкого спектру фітопатогенних грибів та бактерій. Висока антагоністична активність біопрепарату виявлена до фітопатогенних грибів *Botrytis cinerea*, *Aspergillus fumigatus* 507, *A. flavus* 282 та бактерій *Xantomonas*; середня антагоністична дія проявилась до фітопатогенних бактерій роду *Erwinia* та штамів *P. lupini*, *P. xanthochlora* 8536-8540, *P. fluorescens* 8553, 8554, 8573, *P. marginalis* 8572 та *P. marginalis pv-marginalis* 9175.

Ключові слова: біопрепарат, бактерії роду *Bacillus*, фітопатогени

До мікроорганізмів, які широко використовуються у складі біологічних препаратів для захисту рослин, належать бактерії роду *Bacillus*, які, завдяки своїм унікальним властивостям, пригнічують ріст фітопатогенної мікрофлори та проявляють рістстимулюючу дію. Представники цього роду мікроорганізмів розповсюджені в навколишньому середовищі (повітря, вода, ґрунт, продукти харчування, корми та ін.). Вони присутні в значних кількостях у складі представників нормофлори мікробіоценозу здорових людей, тварин, рослин. Переконаливо показано, що еволюційно створене співіснування бактерій роду *Bacillus* з теплокровними і рослинами є взаємно корисним [3].

Теоретичним обґрунтуванням використання бактерій роду *Bacillus* для захисту рослин від хвороб є поєднання в них таких якостей як активна вибіркова дія на фітопатогенні мікроорганізми, висока біосинтетична активність (у т.ч. ферментативна), безпечність для теплокровних і аутомікрофлори, висока стійкість проти несприятливих умов зовнішнього середовища.

В Україні для захисту рослин від грибкових хвороб застосовується досить широкий арсенал хімічних препаратів, в той час як проти бактеріальних немає жодного. Тому актуальною проблемою сьогодення є пошук штамів – антагоністів та розробка біологічних препаратів, ефективних щодо комплексу збудників хвороб сільськогосподарських рослин.

Метою роботи було дослідження специфічної дії біопрепарату на основі штаму *Bacillus amylooligofaciens* IMB B -7100 щодо широкого спектру фітопатогенів грибної та бактеріальної етіології.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктом досліджень слугували лабораторні серії біопрепарату Фітодоктор, основним інгредієнтом якого є штам *Bacillus amylooligofaciens* IMB B – 7100, який задепоновано у Депозитарії мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України.

Для культивування бактерій та грибів застосовували агаризоване поживне середовище картопляний агар. Ідентифікацію мікроорганізмів проводили згідно визначника Бергі [6].

Антагоністичні властивості бацил проводили методом радіальних штрихів за методом Егорова [4]. Як тест-культури були використані фітопатогенні гриби роду *Botrytis*, *Monilia*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Bipolaris* (*Helminthosporium*), *Gaeumannomyces*, *Pyricularia*, *Rhizoctonia*, *Pythium* та бактерії роду *Pectobacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Xantomonas*.

Антагоністичну активність враховували за зонами затримки росту тест-культур – 0 мм – культура вважалась не активною, до 10 мм – слабоактивна, 11-20 мм – середньо активна, більше 20 мм – високоактивна.

Результати досліджень та їх обговорення

З метою розширення спектру застосування біопрепарату Фітодоктор для захисту рослин від комплексу хвороб у садівництві та пригнічення розвитку патогенної грибної мікрофлори досліджено його антагоністичну активність щодо актуальних хвороб фітопатогенів, проти яких використовують виключно хімічні засоби захисту. Так, нами з інфікованого матеріалу (уражені рослини та ягоди суниці, плоди яблуні та ін.) ізольовані та ідентифіковані гриби, які відносяться до порядку *Hyphomycetales* (*Hyphales*), сімейство *Moniliaceae* – представники паразитів рослин, на яких вони викликають плямистості та різного роду гнилі з пліснеподібним нашаруванням, який становить спороношення гриба. Представники цієї родини грибів викликають моніліоз кісточкових та плодових культур (*Monilia fructigena* (Schroet.) Honey), сіру гниль суниці (*Botrytis cinerea* Pers.), плодови гнилі – *Rhizopus nigricans* (Ehrenb.), *Penicillium claviforme* (Bain), *Penicillium expansum* (Link.) [2].

Як показали результати наших досліджень (табл. 1), біопрепарат Фітодоктор проявляє високу антагоністичну дію до фітопатогенних грибів *B. cinerea* – збудника сірої гнилі суниці, який при сприятливих погодних умовах для його розвитку може призвести до 40-70% втрат урожаю.

Таблиця 1

Антагоністична дія біопрепарату Фітодоктор щодо фітопатогенних грибів – збудників гнилей

Культури	Зони затримки росту фітопатогенних культур, мм
<i>Botrytis cinerea</i>	20-21
<i>Monilia fructigena</i>	12-16
<i>Rhizopus nigricans</i>	13-15
<i>Penicillium expansum</i>	14-16
"-" <i>claviforme</i>	10-13
<i>Aspergillus niger</i>	12-14
"-" <i>fumigatus</i>	12-14
"-" <i>fumigatus</i> 507	25-27
"-" <i>flavus</i> 282	20-22

Досить висока активність виявлялась до збудників плодової гнилі – *A. fumigatus* 507 та *A. flavus* 282, які при певних погодних умовах, а саме – часті опади, підвищена вологість повітря та оптимальна температура призводять до значних втрат урожаю кісточкових культур.

Нами досліджувалась антагоністична дія біопрепарату щодо актуальних збудників хвороб сільськогосподарських культур – кореневих гнилей зернових культур, які викликають фітопатогенні гриби та бактерії з роду *Fusarium*, *Bipolaris* (*Helminthosporium*), *Gaeumannomyces*, *Pythium*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas* та ін. Як відомо, кореневі гнилі об'єднують гнилі проростків, опік проростків, кореневу гниль, гниль основи стебла, гниль міжвузля, надлом стебла та ін. Збудники цих хвороб мають широку спеціалізацію і можуть уражувати не тільки хлібні, але й дикоростучі злаки. При сприятливих умовах кореневі гнилі можуть призвести до повної втрати врожаю [5].

Для лабораторних досліджень використали ізоляти мікроміцетів, виділені з рослинного матеріалу, а саме – з уражених коренів пшениці (*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx & Oliver var. *tritici* Walker і *Pythium sylvaticum* Campb. & Hendrix), насіння пшениці (*Gibberella zeae* (Schwein.) Petch, анаморфа *Fusarium graminearum* (Schwabe)), ячменю (*Cochliobolus sativus* (Ito & Kuribayashi) Drechs. & Dastur, анаморфа *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker), листків рису (*Magnaporthe grisea* (Hebert) Barr, анаморфа *Pyricularia grisea* (Cooke). Sacc.) та бульб картоплі (*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, анаморфа *Rhizoctonia solani* (Kuehn). Ці види належать до різних систематичних груп: аскоміцетів, ооміцетів, базидіоміцетів, що певною мірою може визначати специфіку їх чутливості до комплексу біологічно-активних речовин, які продукують штами-антагоністи, що складають основу біопрепаратів.

Завданням наших досліджень було дослідити антагоністичну дію біопрепарату Фітодоктор по відношенню до вищевказаних ізолятів мікроміцетів (табл. 2).

Антагоністична дія біопрепарату Фітодоктор щодо ізолятів мікроміцетів

Культури мікроміцетів	Зони затримки росту культур, мм
<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>tritici</i>	11,5
<i>Pythium sylvaticum</i>	5,7
<i>Fusarium graminearum</i>	2,7
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	13,3
<i>Pyricularia grisea</i>	13,3
<i>Rhizoctonia solani</i>	9,5

Як показали результати досліджень, середню активність проявив біопрепарат Фітодоктор до фітопатогена *B. sorokiniana* – збудника корневих гнилей, темно-бурої плямистості та «чорного зародку» ячменю, *P. grisea* – збудника пірікуляріозу рису та *G. graminis* var. *tritici* – збудника офіобольозу пшениці. До решти досліджуваних збудників хвороб – чорної парші (*R. solani*), кореневої гнилі пшениці (*P. sylvaticum*) та фузаріозу колоса (*F. graminearum*) - активність була нижчою.

Ойже, біопрепарат Фітодоктор можна рекомендувати до застосування як протруйника посівного матеріалу сільськогосподарських культур з метою захисту проростків від інфікування грибними патогенами.

Наступним етапом експериментальної роботи було встановлення ефективності біопрепаратів проти збудників бактеріальних хвороб, які спричиняються фітопатогенними бактеріями та завдають великої шкоди рослинам. Фітопатогенні бактерії спричинюють значні втрати у рослинництві, лісівництві, квітничарстві – помітно знижують урожайність та якість продукції. До фітопатогенних бактерій особливо чутливі представники агроценозів через послаблену дію природних антагоністів, які знаходяться в недостатній кількості [1]. Тому для дослідження специфічної дії біопрепарату Фітодоктор, основу якого складає природній штам-антагоніст *B.amyloliguefaciens* IMB B -7100 нами використані бактерії родів *Erwinia* (10 штамів), *Pseudomonas* (13 штамів), *Xantomonas* (15 штамів) та типовий штам *Pectobacterium carotovorum* sp. *carotovorum* 8982 T (табл. 3).

Таблиця 3

Антагоністична дія Фітодоктору до фітопатогенних бактерій роду *Erwinia*

Тест-культури Бактерій	Зони затримки росту культур, мм
<i>Erwinia toxica</i> 8693	11,6±1,1
<i>E. toxica</i> 8694	13±2,6
<i>E. toxica</i> 8415	9,3±0,9
<i>E. toxica</i> 8416	7,6±1,5
<i>E. toxica</i> 8417	9,6±1,1
<i>E. toxica</i> 8418	12±1,3
<i>E. toxica</i> 8419	10,6±1,8
<i>E. toxica</i> 8692	11±0,6
<i>E. toxica</i> 8695	13±0,6
<i>Pectobacterium carotovorum</i> sp. <i>carotovorum</i> 8982 T	17±0,6

Встановлено, що всі штами “*Erwinia toxica*” характеризуються помірною чутливістю до біопрепарату Фітодоктор, проте найбільш чутливим виявився типовий штам *Pectobacterium carotovorum* sp.*carotovorum* 8982 т із зоною затримки росту 17 см.

Для досліджень щодо визначення антагоністичної дії Фітодоктору до фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas* та *Xantomonas*, які викликають бактеріози зернобобових культур нами використані штами фітопатогенних бактерій “*Pseudomonas lupini*” (8531 - 8535), “*Pseudomonas xanthochlora*” (8536 - 8540), “*Pseudomonas marginalis*” (8572), “*Pseudomonas marginalis pv-marginalis*” (9175), *Pseudomonas fluorescens* (8553, 8554, 8573) . Результати наведено у таблиці 4.

Антагоністична дія Фітодоктору до фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas*

Тест-культури	Зони затримки росту тест-культур
<i>Pseudomonas lupini</i> 8531	7,5±0,5
<i>P. lupini</i> 8532	9,5±0,5
<i>P. lupini</i> 8533	11±1
<i>P. lupini</i> 8534	10±0,5
<i>P. lupini</i> 8535, <i>P. xanthochlora</i> 8536, 8537, 8538, 8539, 8540, <i>P. fluorescens</i> 8553, 8554, 8573, <i>P. marginalis</i> 8572, <i>P. marginalis pv-marginalis</i> 9175	0

Примітки : 0 – активність відсутня

Як видно з представлених результатів, біопрепарат Фітодоктор (*B. amyloliquefaciens* IMB B-7100) проявив середню чутливість до бактерій “*Pseudomonas lupini*” 8531, 8532, 8533, 8534. Інші штами псевдомонад виявилися резистентними до дії екзометаболітів бацил, що підтверджує численні літературні дані щодо стійності цих мікроорганізмів.

Досить цікавими виявились результати по дослідженню антагоністичної дії біопрепарату Фітодоктор до фітопатогенних бактерій *Xanthomonas campestris pv. campestris*, які викликають бактеріози широкого кола рослин (табл. 5).

Таблиця 5

Антагоністична дія Фітодоктору до фітопатогенних бактерій роду *Xantomonas*

Тест-культури	Зони затримки росту фітопатогенних культур, мм
<i>Xantomonas campestris pv. campestris</i> 8182	17,0±1
820	21,5±1,5
8188	18,1±1,0
8172	22,5±0,5
8161	22,5±2,5
8183	29,9±0,8
8036	28,7±0,7
8147	30,6±1,3
8173	29,3±1,5
8185	29,0±1,3
8659	30,1±0,5
8160	24,0±6
8174	0
8050	25,1±0,5
8171	17,5±0,5

Як видно з представлених результатів, фітопатогенні бактерії *Xantomonas campestris pv. campestris* характеризуються високою чутливістю до дії біопрепарату, що відкриває перспективу його застосування для захисту рослин від дії цього патогена. Виключення становить лише штам *Xantomonas campestris pv. campestris* 8174, який виявився резистентним до дії основного інгредієнта - штаму *B. amyloliquefaciens* IMB B-7100.

З метою застосування біопрепарату Фітодоктор для захисту пшениці та рису від ураження бактеріальними хворобами на виробництві нами використані ізоляти бактерій роду *Pseudomonas* та *Xantomonas*, які виділені д.б.н. Пасічник Л.А. з уражених рослин пшениці, ярого ячменю та рису різних сортів. Ізольовані штами ідентифіковані до виду та належать до бактерій *Pseudomonas syringae pv. atrofaciens* та *Xantomonas oryzae pv. oryzae* (табл. 6).

Антагоністична активність Фітодоктору щодо ізолятів фітопатогенних бактерій

Штами фітопатогенних Бактерій	Зони затримки росту культур, мм
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K1</i>	3-5
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K20</i>	5-10
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K14</i>	6-8
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K6</i>	2-4
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K11</i>	7-10
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K7</i>	3-5
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K13</i>	14-15
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K17</i>	13-15
<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K12</i>	10-14
<i>Xantomonas oryzae pv. oryzae K53</i>	2-3

Як видно з отриманих результатів, наведених у таблиці 6, всі штамми фітопатогенних бактерій, виділені з поверхні листя пшениці і рису, проявили чутливість до дії біопрепарату в різній мірі. Найбільш чутливим виявився штам *Pseudomonas syringae pv. atrofaciens K 13*, виділений з листків озимого ячменю сорту Достойний. При цьому зона затримки росту цього патогенна становила 14-15 мм, що відносить його до штамів з середньою активністю.

Висновки

Встановлено штамову специфічність антагоністичної дії біопрепарату Фітодоктор, що свідчить про необхідність щорічного моніторингу видового складу збудників хвороб рослин і їх чутливості до штамів-антагоністів.

Встановлено специфічну дію біопрепарату Фітодоктор до фітопатогенних грибів та бактерій, а саме:

- висока антагоністична активність виявлена до фітопатогенних грибів *B. cinerea*, *A. fumigatus* 507, *A. flavus* 282 та бактерій роду *Xantomonas*;
- середня антагоністична дія проявляється по відношенню до фітопатогенних бактерій роду *Erwinia*, та штамів *P. lupini*, *P. xanthochlora* 8536-8540, *P. fluorescens* 8553, 8554, 8573, *P. marginalis* 8572, *P. marginalis pv-marginalis* 9175.

Отже, біопрепарат Фітодоктор можна використовувати як засіб захисту рослин проти хвороб зернових та зернобобових культур в якості протруйника для передпосівного обробітку насіння. В садівництві перспективним є його використання для захисту від комплексу хвороб на ягідних, кісточкових та зерняткових культурах.

1. Гвоздяк Р.Ф. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / Р.Ф. Гвоздяк / За ред. В.П. Патики. — К.: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. — 444 с.
2. Головин П.Н. Фітопатология. 2-е узд., перераб и доп. / [П.Н. Головин, М.В. Арсеньева, З.Н. Халеєва, З.И. Шестиперова]. — Л.: Колос. Ленингр. отд - ние, 1980. — 319 с.
3. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках / Н.С. Егоров. — М.: Высш. шк., 1995. — 240 с.
4. Микроорганизмы – возбудители болезней растений / [Билай В.И., Гвоздяк Р.И., Скрипаль И.Г. и др.]; Под. Ред. Билай В.И. — Киев: Наук. думка, 1988. — 552 с.
5. Смирнов В.В. Деление бактерий-антагонистов рода *Bacillus* на кластеры по спектру антагонистической активности / В.В. Смирнов, О.Н. Рева, В.А. Вьюницкая // Микробиол. журн. — 1995. — Вып. 57. — № 1. — С. 3—13.

С. В. Лапа, Л. А. Крючкова, Л. А. Данкевич, Л. В. Авдеева

Институт микробиологии и вирусологии имени Д. К. Заболотного НАН Украины

СПЕЦИФИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ БИОПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ БАЦИЛЛ К ФИТОПАТОГЕНАМ

Исследовали специфическое действие биопрепарата из бактерий рода *Bacillus* к фитопатогенным грибам и бактериям. Высокая антагонистическая активность биопрепарата выявлена к

фітопатогенним грибам *Botrytis cinerea*, *Aspergillus fumigatus* 507, *A. flavus* 282 и бактериям рода *Xantomonas*; среднее антагонистическое действие проявилось к фитопатогенным бактериям рода *Erwinia*, *P. lupini*, *P. xanthochlora* 8536-8540, *P. fluorescens* 8553, 8554, 8573, *P. marginalis* 8572 и *P. marginalis pv-marginalis*" 9175.

Ключевые слова: биопрепарат, бактерии рода *Bacillus*, фитопатогены

S. Lapa, L. Kryuchkova, L. Dankevich, L. Avdeeva

Institute of Microbiology and Virology of the National Academy of Sciences of Ukraine (NASU)

SPECIFIC EFFECT OF *BACILLUS*-BASED BIOLOGICAL PRODUCT ON PLANT PATHOGENS

The specific effect of *Bacillus*-based biological product on plant pathogenic fungi and bacteria was investigated. High antagonistic activity against the pathogenic fungi *Botrytis cinerea*, *Aspergillus fumigatus* 507, *A. flavus* 282 and bacteria of *Xantomonas* genera has been detected; average antagonistic effect was demonstrated to the pathogenic bacteria of the genus *Erwinia*, *P. lupini*, *P. xanthochlora* 8536-8540, *P. fluorescens* 8553, 8554, 8573, *P. marginalis* 8572 and *P. marginalis pv-marginalis* "9175.

Keywords: biological product, bacteria of the genus *Bacillus*, plant pathogens

Рекомендує до друку

Надійшла 10.03.2015

В. В. Грубінко

УДК 598.2+591.9(477.44)

О. А. МАТВІЙЧУК

Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100

ВИДОВИЙ СКЛАД ТА ЕКОЛОГІЧНА СТРУКТУРА АВІФАУНИ ВЕРХНЬОГО І СЕРЕДНЬОГО ПОБУЖЖЯ

Охарактеризована видова структура авіфауни Верхнього і Середнього Побужжя. Здійснене порівняння видового складу птахів Верхнього і Середнього Побужжя залежно від характеру використання території. Встановлена приналежність представників авіфауни регіону до різних екологічних груп: за місцем гніздування та домінуючим складом корму.

Ключові слова: авіфауна, Верхнє Побужжя, Середнє Побужжя, екологічні групи, зоофаги, фітофаги, поліфаги

Комплекс біотичних та абіотичних чинників території створює передумови для існування тих, або інших видів птахів, що у ході філогенезу певним чином пристосувались до її умов. Таким чином, знаючи трофічні та топічні потреби птахів, можна спрогнозувати видову структуру та оптимальну щільність їх населення. Подальший моніторинг та реєстрація відхилень від оптимуму дозволить вчасно виявити порушення гомеостазу орнітоценозів та вжити заходів щодо блокування дії негативних чинників.

Беручи до уваги той факт, що фундаментальні дослідження птахів Верхнього і Середнього Побужжя здійснювались ще на початку ХХ століття, ми вважали за необхідність вивчити сучасний стан орнітофауни регіону та визначити приналежність її представників до різних екологічних груп.

Матеріал і методи досліджень

Досліджений регіон розташований в центральній частині Правобережної України і охоплює території водозбору верхньої і середньої течії р. Південний Буг (відповідно Верхнє Побужжя і

Середнє Побужжя). Межа між верхньою і середньою течією Південного Бугу проходить через м. Вінницю, між середньою і нижньою течією – через смт. Олександрівку Миколаївської області [5].

У адміністративно-територіальному відношенні Верхнє і Середнє Побужжя займає більшу частину Вінницької області, схід Хмельницької, західні райони Черкаської і Кіровоградської областей та північ Миколаївської і Одеської областей.

У фізико-географічному аспекті досліджувана територія належить до Подільської височини і включає низку областей зони широколистяних лісів та лісостепової смуги.

Орнітофауна Верхнього і Середнього Побужжя вивчалась нами упродовж 2005-2014 років. З цією метою були проведені облікові роботи щодо чисельності та просторового розміщення птахів у типових ландшафтах Вінницької, Хмельницької, Кіровоградської, Черкаської, Одеської та Миколаївської областей. Для проведення обліків в основу був покладений маршрутний метод (метод лінійних трансект) [2, 4]. Також реєстрували усі візуальні спостереження птахів і в позаобліковий час, або достовірні повідомлення про рідкісні та малочисельні види.

Виявлення видів птахів, які вокалізують переважно у темну пору доби, здійснювали у ході екскурсій до відповідних біотопів у нічні, або сутінкові години [1].

З метою виявлення максимальної кількості представників авіафауни регіону, окрім візуальних спостережень застосовували також відлов птахів за допомогою павутинних сіток з подальшим кільцюванням.

Українська номенклатура в даній публікації подана за Г.В. Фесенком та А.А. Бокотеем [7].

Результати досліджень та їх обговорення

В антропогенних ландшафтах Верхнього Побужжя найчисленнішою є група гніздових птахів – 113 видів (46,3%). Значно менше у фауні даного регіону осілих птахів – 52 види (21,3%). Пролітних і зальотних птахів відповідно нараховують 40 (16,4%) і 20 видів (8,2 %) видів. Крім того у межах даного регіону регулярно зимують 19 (7,8%) видів птахів (рис. 1).

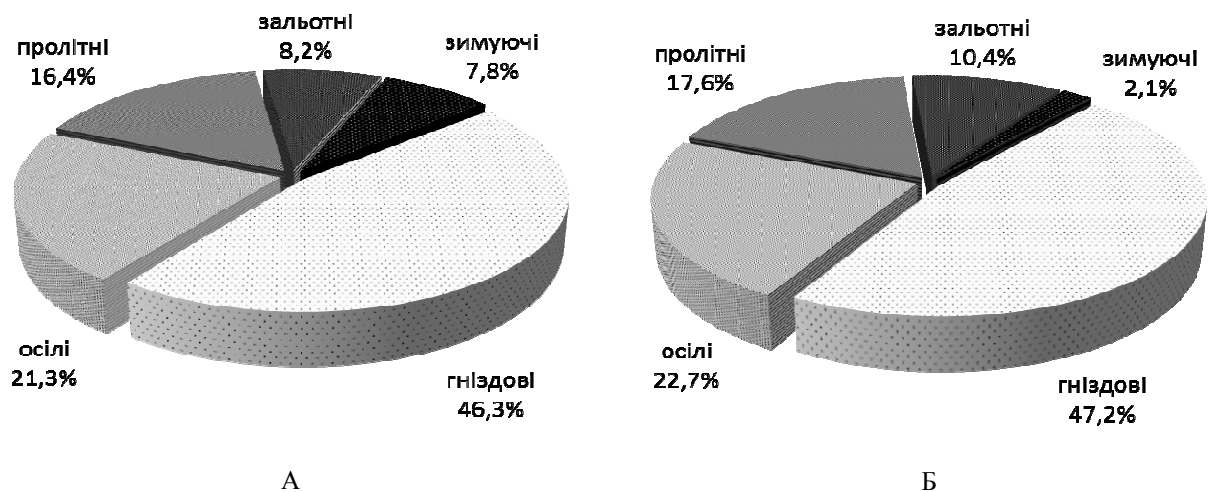


Рис. 1. Співвідношення кількості видів птахів (у %) антропогенних ландшафтів Верхнього (А) і Середнього (Б) Побужжя за їх статусом.

У формуванні орнітофауни антропогенних ландшафтів Середнього Побужжя найбільшою є частка гніздових птахів – 91 вид (47,2%). Удвічі менше осілих видів – 44 (22,7%). Статус пролітних має 34 види (17,6%), зимуючих – 20 видів (10,4%), зальотних – 4 види (2,1%) (рис. 1).

За складом їжі, що домінує у раціоні птахів Верхнього і Середнього Побужжя, їх можна віднести до трьох екологічних груп: зоофагів – 189 видів (76,8%), фітофагів – 54 види (21,9%) та поліфагів – 3 види (1,2%) (рис. 2).

Серед зоофагів найчисленнішою (57 видів, 23,2%) виявилась група птахів, представники якої споживають різноманітних гідробіонтів – водних безхребетних, дорослих особин і молодь риб та земноводних. Наземні безхребетні тварини, у тому числі й комахи, домінують у раціоні 40

видів птахів (16,3%). Ще 43 види птахів (17,5%) також споживають водорості, пагони, бруньки, листя, насіння та плоди наземних і водних рослин.

Хижими є 49 представників авіафауни регіону. З них 17 видів, або 6,9% живляться переважно хребетними тваринами (герпетофаги, орнітофаги, міофаги), до раціону решти 32 видів (13%) входять різні безхребетні тварини, переважно жуки, м'якуни та черви.

Зелені частини наземних і гідрофільних рослин вживають 13 представників (5,3%) орнітофауни досліджуваного регіону, а ще 11 видів (4,5%) до свого раціону включають також різноманітних гідробіонтів, у т.ч. і комах.

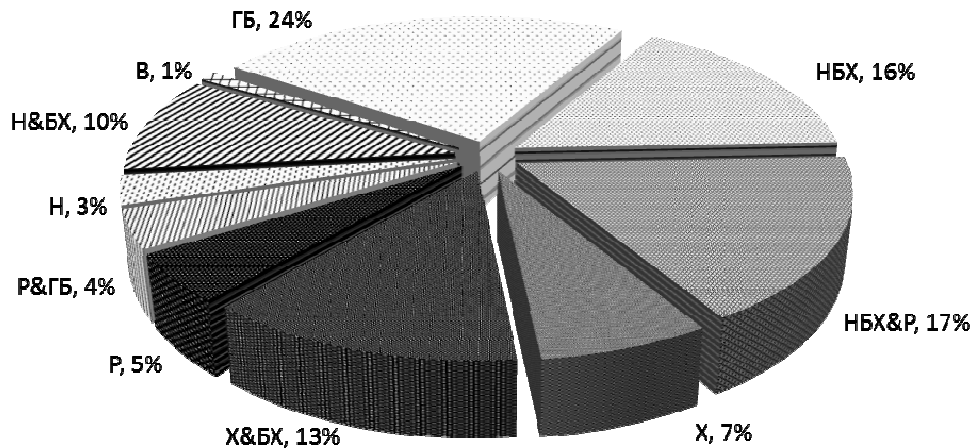


Рис. 2. Розподіл орнітокомпоненту за домінуючим складом корму.

Позначки: *ГБ* – гідробіонти; *НБХ* – наземні безхребетні; *НБХ&Р* – наземні безхребетні та рослини; *Х* – хребетні; *Х&БХ* – хребетні та безхребетні; *Р* – рослини; *Р&ГБ* – рослини та гідробіонти; *Н* – насіння; *Н&БХ* – насіння та безхребетні; *В* – всеїдні.

До фітофагів, у раціоні яких переважають зернові корми, віднесено 7 видів (2,8%). Ще 23 види зерноїдних птахів (9,3%) крім насіння рослин зрідка споживають також різноманітних безхребетних (головним чином членистоногих, їх личинок тощо).

Ще 3 представника (1,2%) воронових є всеїдними птахами, тобто включають до свого раціону корми тваринного і рослинного походження практично у рівній кількості. Зрозуміло, що подібна класифікація є умовною і більшість птахів змінюють свій раціон упродовж року.

У випадку появи доступнішого альтернативного виду корму, птахи можуть переходити до його споживання. Так, 12 лютого 2002 р. у лісопарку м. Вінниці, під присідом *Buteo lagopus* Pont. нами були знайдені численні рештки *Rana temporaria* L (Ranidae, Amphibia). Присід був розташований поблизу незамерзаючої ділянки р. Пятничанки – зимувального скупчення амфібії.

Мишовидні гризуни в роки своєї високої чисельності нерідко зустрічаються в раціоні не лише типових міофагів. Так, 30-31.05.2006 р. на посівах конюшини в околицях с. Ободівка Тростянецького р-ну Вінницької області ми спостерігали полювання 4 особин *Ardea cinerea* L. на гризунів. Контрольний відлов гризунів у стації засвідчив високу щільність населення нориці звичайної *Microtus arvalis* Pal. (Muridae, Mammalia).

Відповідно до класифікації, запропонованої Л.М. Містрюковою [3] та Д.В. Страшнюком [6] авіафауну Верхнього і Середнього Побужжя за місцем гніздування можна поділити на 9 груп (рис. 3).

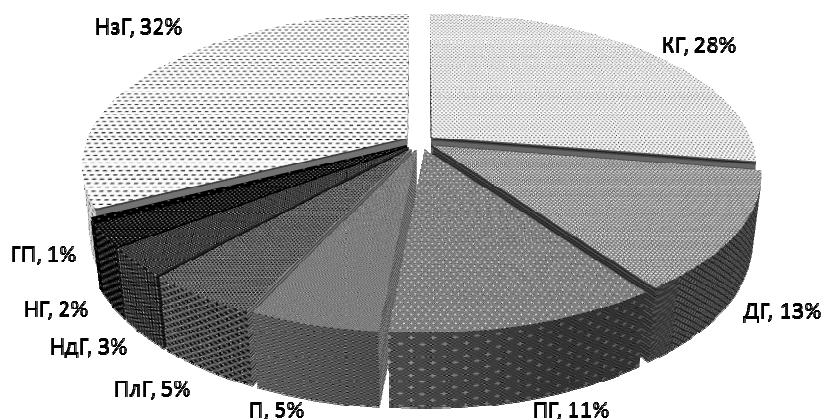


Рис. 3. Екологічні групи птахів фауни Верхнього і Середнього Побужжя за місцем гніздування.

Позначки: НзГ – наземногніздові; НГ – норогніздові; ПлГ – плаваючогніздові; КГ – кронагніздові; ПГ – підвісногніздові; ДГ – дуплогніздові; НдГ – напівдуплогніздові; П – петрофіли; ГП – гніздові паразити.

Найширше представлена група наземногніздових птахів – 54 види (32,4%). Група об'єднує усіх представників родини Anatidae, деяких денних хижих птахів (рід *Circus*), ряду Galliformes, більшості Gruiformes, Charadriiformes (усіх куликів, більшість Laridae), окремих видів сов (*Bubo bubo* (L.) та *Asio flammeus* (Pont.)), *Caprimulgus europaeus* L., а також деяких представників ряду Passeriformes. Серед останніх розміщення гнізд на землі властиве для представників родин Alaudidae, Motacillidae, Sylviidae (рід *Phylloscopus*), Muscicapidae (роди *Saxicola*, *Luscinia*), *Erithacus rubecula* (L.) та усіх Emberizidae за виключенням *Emberiza schoeniclus* (L.).

Дещо меншою є частка кронагніздових птахів – 46 видів (27,5%). Такими є *Phalacrocorax carbo* (L.), *Nycticorax nycticorax* (L.), *Egretta garzetta* (L.), *Ciconia ciconia* (L.), переважна більшість Falconiformes, окремі Columbidae (*Columba palumbus* L., *Streptopelia decaocto* (Friv.), *Streptopelia turtur* (L.)), деякі Strigiformes (*Asio otus* (L.), *Strix aluco* L.), та горобцеподібні (Passeriformes): сорокопуди Laniidae, переважна більшість воронових Corvidae, кропив'янки (рід *Sylvia*), дрозди (рід *Turdus*) та в'юркові Fringillidae.

Порівняно з наземногніздовими на досліджуваній території виявлено удвічі менше дуплогніздових птахів – 21 вид (12,6%), серед яких зустрічаються як негоробцеподібні (*Columba oenas* L., *Otus scops* (L.), усі Piciformes), так і горобцеподібні птахи (*Sturnus vulgaris* L., *Ficedula albicollis* (Temm.) *F. hypoleuca* (Pal.)), переважна більшість Paridae, *Sitta europaea* L. і *Passer montanus* (L.)).

Меншою кількістю представлені підвісногніздові – 19 видів (11,4%). До цієї групи головним чином відносять навколотовних птахів: *Botaurus stellaris* (L.), *Ixobrychus minutus* (L.), *Egretta alba* (L.), *Ardea purpurea* L., *A. cinerea*, *Rallus aquaticus* L., *Porzana parva* (Scop.), *Oriolus oriolus* (L.), *Locustella naevia* (Bodd.), *L. luscinioides* (Savi), *L. fluviatilis* (Wolf), *Acrocephalus palustris* (Bech.), *A. scirpaceus* (Herm.), *A. arundinaceus* (L.), *A. schoenobaenus* (L.), *Panurus biarmicus* (L.) і *Remiz pendulinus* (L.).

Також у фауні птахів Верхнього і Середнього Побужжя виявлені види, гніздування яких пов'язане із скельними масивами, осипами, або багатоповерховими спорудами (петрофіли). Їх частка в гніздовій авіфауні досліджуваного регіону складає 5,4% (9 видів). Петрофілів представляють переважно синантропні птахи, або види для яких виявлені синурбаністичні тенденції: *Columba livia* Gmel., *Athene noctua* (Scop.), *Tyto alba* (Scop.), *Apus apus* (L.), *Hirundo rustica* L., *Delichon urbica* (L.), *Corvus monedula* L., *Oenanthe oenanthe* (L.) та *Passer domesticus* (L.).

Частка плаваючогніздових птахів складає лише 4,8% (8 видів) від загальної кількості. До даної екологічної групи відносять Podicipedidae (*Podiceps ruficollis* (Pal.), *P. nigricollis* (Brehm.), *P. grisegena* (Bodd.), *P. cristatus* (L.)), *Gallinula chloropus* (L.), *Fulica atra* L., *Chlidonias niger* (L.), *Ch. hybrida* (Pal.).

До групи напівдуплогніздових птахів належить 5 видів (2,9%): *Ficedula parva* (Bech.), *Muscicapa striata* (Pal.), *Phoenicurus phoenicurus* (L.), *P. ochruros* (Gmel.), *Certhia familiaris* L..

Норогніздових птахів виявлено лише 4 види (2,4%): *Alcedo atthis* (L.), *Merops apiaster* L., *Upupa epops* L. та *Riparia riparia* (L.).

Гніздовий паразитизм виявлений у одного виду (0,6%) – *Cuculus canorus* L.

Варто зауважити, що дана класифікація є дещо умовною. Так, більшість обстежених гніздових колоній *A. cinerea* і *A. purpurea* були розміщені на заламах очерету. Разом з тим були виявлені колоніальні поселення, у яких гнізда названих видів розміщувались у кронах чагарників або дерев.

Подібна гніздова пластичність властива й для інших навколводних птахів. Наприклад, в усіх оглянутих нами колоніях *C. niger*, гнізда були розміщені на плаваючих острівцях водяних рослин, хоча за свідченнями окремих авторів названі птахи можуть влаштовувати гнізда також на прибережних луках [8].

У ході дослідження гніздової авіафауни Верхнього і Середнього Побужжя нами були виявлені деякі цікаві і нетипові для окремих видів факти гніздування. Відомо, що *Turdus philomelos* Brehm і *Acanthis cannabina* (L.) за місцем розташування гнізд є типовими дендрофілами. Проте, 06.05.2007 р у листяному лісовому масиві поблизу с. Майдан Чапельський Вінницького району було знайдене гніздо *T. philomelos*, розміщене на землі. Верхній край гнізда був припіднятий над землею на висоту до 2 см. Матеріал стінок і вистила лотка виявились характерними для раніше оглянутих гнізд даного виду. Деревостій масиву представлений переважно зрілими грабами з дуже молодим підліском, що зумовило дефіцит зручних для побудови гнізда місць.

12.05.2006 р. в околицях с. Багринівці Літинського р-ну Вінницької області знайдене гніздо *A. cannabina*, розміщене в ніші стінки річища лівої притоки р. Згар на висоті близько 1 метра над рівнем води. Відзначимо, що форма, розміри та характер гнізда відповідають типовим параметрам гнізд виду, розміщених у кронах дерев і чагарників.

Також достовірно відомі 2 випадки відкритого гніздування *P. domesticus* (с. Збараж Козятинського р-ну Вінницької області) і 1 випадок – *P. montanus* (м. Тростянець Вінницької області). Зовнішні стінки усіх гнізд були сплетені з сухих стебел трав. Гнізда мали сферичну форму і були підвішені у своїй верхній частині до тонких бічних гілок дерев (яблуня, горіх).

Висновки

1. У трофічному сенсі птахи дослідженого регіону належать до трьох екологічних груп: зоофаги – 189 видів (76,8%), фітофаги – 54 види (22,3%) та поліфаги – 3 види (1,2%). Серед зоофагів найчисленнішими (57 видів, або 23,2%) є види, що споживають різноманітних гідробіонтів.
2. За місцем розміщення гнізда птахів регіону поділяють на наземногніздових – 54 види (32,4%), кроногніздових – 46 видів (27,5%), дуплогніздових – 21 вид (12,6%), підвісногніздових – 19 видів (11,4%), петрофілів – 9 видів (5,4%), плаваючогніздових – 8 видів (4,8%), напівдуплогніздових – 5 видів (2,9%), норогніздових – 4 види (2,4%). Гніздовий паразитизм виявлений у 1 виду (0,6%) – *C. canorus*.

1. Гулай В.І. Сутінкові та нічні обліки бекасів, деркачів та перепілок / В.І. Гулай, О.В. Гулай // Обліки птахів: підходи, методики, результати: (матеріали школи по уніфікації методів обліків птахів у заповідниках України, смт. Івано-Франкове, 26-28 квітня 1995 р.). — Львів-Київ, 1997. — С. 78.
2. Кузнецова Д.В. Пространственная структура населения птиц техногенных ландшафтов Южного Прибайкалья / Д.В. Кузнецова, В.О. Саловаров // Сиб. экол. журнал. — 2006. — № 4. — С. 527—533.
3. Містрякова Л.М. Орнітофауна приміських лісових зон, дендропарків та міських парків і скверів в умовах Правобережного Лісостепу України: дис. ... кандидата біол. наук: 03.00.08 / Містрякова Леся Миколаївна. — Умань, 2001. — 228 с.
4. Микитюк А.Ю. ІВА програма. Методические рекомендации по организации учета птиц / А.Ю. Микитюк. — К.: Украинское общество охраны птиц, 1997. — 31 с.
5. Середнє Побужжя: [гол. ред. Г.І. Денисик]. — Вінниця: Гіпаніс, 2002. — 280 с.
6. Страшнюк Д.В. Екологічні особливості орнітофауни штучних гідроекосистем природних районів Західного Поділля і Малого Полісся Тернопільщини: дис. ... кандидата біол. наук: 03.00.16 / Страшнюк Дмитро Віталійович. — Тернопіль, 2003. — 220 с.

7. *Фесенко Г.В.* Анотований список українських наукових назв птахів фауни України / Г.В. Фесенко, А.А. Бокотей. — Київ–Львів, 2002. — 44 с.
8. *Hotker Hermann.* Nahrungserwerb und Wahl des Koloniestandorts von Trauerseeschwalben *Chlidonias niger* auf Eiderstedt / Hermann Hotker, Claus Ivens, Heike Koster // *Vogelwelt.* — 2005. — № 3. — S. 203—214.

А. А. Матвийчук

Винницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АВИФАУНЫ ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ПОБУЖЬЯ

Дана краткая характеристика видовой структуры авифауны Верхнего и Среднего Побужья. Проведено сравнение видового состава птиц частей региона в зависимости от характера использования территории. Установлена принадлежность представителей авифауны региона к различным экологическим группам: месту гнездования и доминирующим составом корма.

Ключевые слова: авифауна, Верхнее Побужье, Среднее Побужье, экологические группы, зоофаги, фитофаги, полифаги

A. A. Matviichuk

Vinnitsya Mychailo Kotsubinskyi State Pedagogical University, Ukraine

THE SPECIES COMPOSITION AND ECOLOGICAL STRUCTURE OF THE AVIFAUNA OF UPPER AND MIDDLE POBUZHZNIA

A brief description of the species structure of the avifauna of the Upper and Middle Pobuzhzhia. A comparison of the species composition of bird parts of the region, depending on the nature of the territory. Mounted accessory avifauna representatives of the region to different ecological groups: nesting and dominant composition of the feed.

Keywords: avifauna, Upper Pobuzhzhia, Average Pobuzhzhia, environmental groups, zoophages, herbivores, polyphages

Рекомендує до друку

Надійшла 12.03.2015

В. В. Грубінко

УДК 577.391+547.963.3+591.433

¹Л. Г. ПЕТРИНА, ¹М. І. МОЙСЕЄНКО, ²В. І. КРАВЕЦЬ

¹Івано-Франківський національний медичний університет

вул. Галицька, 2, Івано-Франківськ, 76000

²Прикарпатський національний університет імені В. Стефаника

вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76025

РАДІОГЕННІ ЗМІНИ ВМІСТУ РНК У КІСТКОВОМУ МОЗКУ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ γ -ОПРОМІНЕННЯ ТВАРИН

Вивчено вплив одноразового тотального опромінення гамма-квантами ⁶⁰Со в дозах 1,0; 5,0 і 9,0 Гр з потужностями доз 0,001; 0,01; 0,1 і 1,0 Гр/хв на вміст РНК в кістковому мозку щурів-самців лінії Вістар через 0,5; 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 і 30 діб після впливу.

Встановлено, що вміст РНК в кістковому мозку щурів змінюється хвилеподібно залежно від дози опромінення. Виявлені закономірності зміни цих показників на різних стадіях розвитку променевого ураження після опромінення: зниження потужності дози веде до збільшення часу досягнення екстремуму та зменшення величини ефекту в екстремальних точках. Обговорюється взаємозалежність динаміки концентрації РНК та зміни концентрації РНК на 1 Гр в кістковому

мозку після опромінення тварин в широкому діапазоні доз при різних інтенсивностях іонізуючої радіації.

Ключові слова: γ -опромінення, доза, потужність дози, РНК, кістковий мозок

Основним фактором, що суттєво впливають на зміну функціонального стану організму після опромінення, є потужність дози радіації. Невизначеність характеру дозової залежності біологічних ефектів за дії іонізуючої радіації різної інтенсивності ускладнює вирішення цілого ряду проблем фундаментального і прикладного значення [1, 7].

Ушкодження кровотворної системи є одним з основних радіаційних синдромів. Кістковий мозок (КМ) належить до тканин, що мають велику швидкість поділу клітин і високу чутливість до опромінення. Більшість досліджень проводилося на цитологічному рівні, що включав у себе оцінку клітинності КМ та життєздатність клітин, які утворюють колонії. Тільки в окремих роботах відзначена здатність клітин КМ до відновлення *in vivo* [2, 4, 8]. В процесах відновлення важливу роль відіграє РНК.

Метою роботи було дослідження впливу γ -випромінювання різної потужності (0,001; 0,01; 0,1 та 1,0 гр/хв) за дії різних доз радіації на вміст РНК в кістковому мозку.

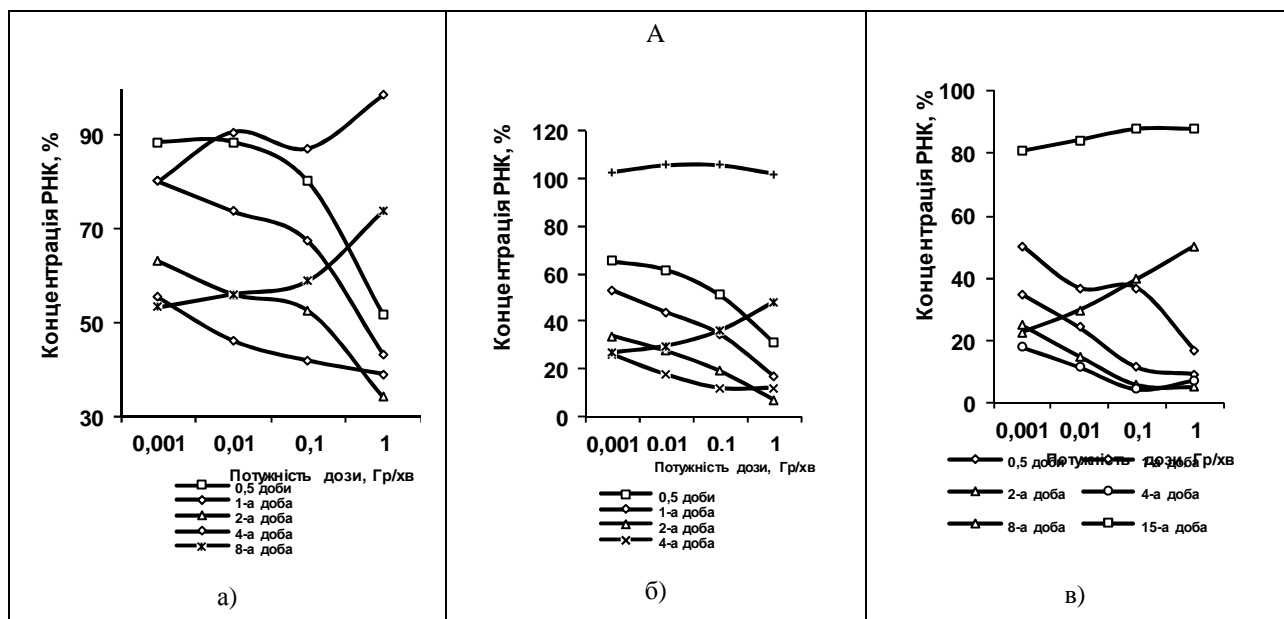
Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження проводили на щурах-самцях лінії Вістар масою 150-180г. Тварин утримували на лабораторному кормі при вільному доступі до води. Одноразове опромінення тварин в дозах 1,0; 5,0 та 9,0 Гр проводили на γ -випромінювачі "ГУ – 70000" за потужностей доз 0,001; 0,01; 0,1 та 1,0 Гр/хв. Адекватним контролем служили удавано опромінені тварини відповідної вікової групи, яких утримували в аналогічних умовах. Експеримент проводили в квітні-травні (враховуючи вплив пори року на радіочутливість).

Щурів досліджуваних та контрольних груп декапітували через 0,5; 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30 діб. В кожній серії використовували по 10 тварин. Досліджували вміст нуклеїнових кислот згідно з методикою [6]. Отримані дані обробляли статистично.

Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз отриманих даних показав, що максимальні зміни концентрації РНК в КМ тварин, опромінених в дозах 5,0 та 9,0 Гр, припадають на одні й ті ж терміни за потужності доз 1,0, 0,1 та 0,01 Гр/хв, у тварин, опромінених в дозі 1,0 Гр, час максимальних змін концентрації РНК в КМ є довшим, а залежність від потужності така ж: зменшення інтенсивності опромінення призводить до зростання часу досягнення екстремуму, окрім опромінення тварин в дозі 5,0 Гр за потужностей 0,1 та 0,01 Гр/хв та опромінення тварин в дозі 9,0 Гр за потужностей 0,1, 0,01 та 0,001 Гр/хв. (рис. 1А).



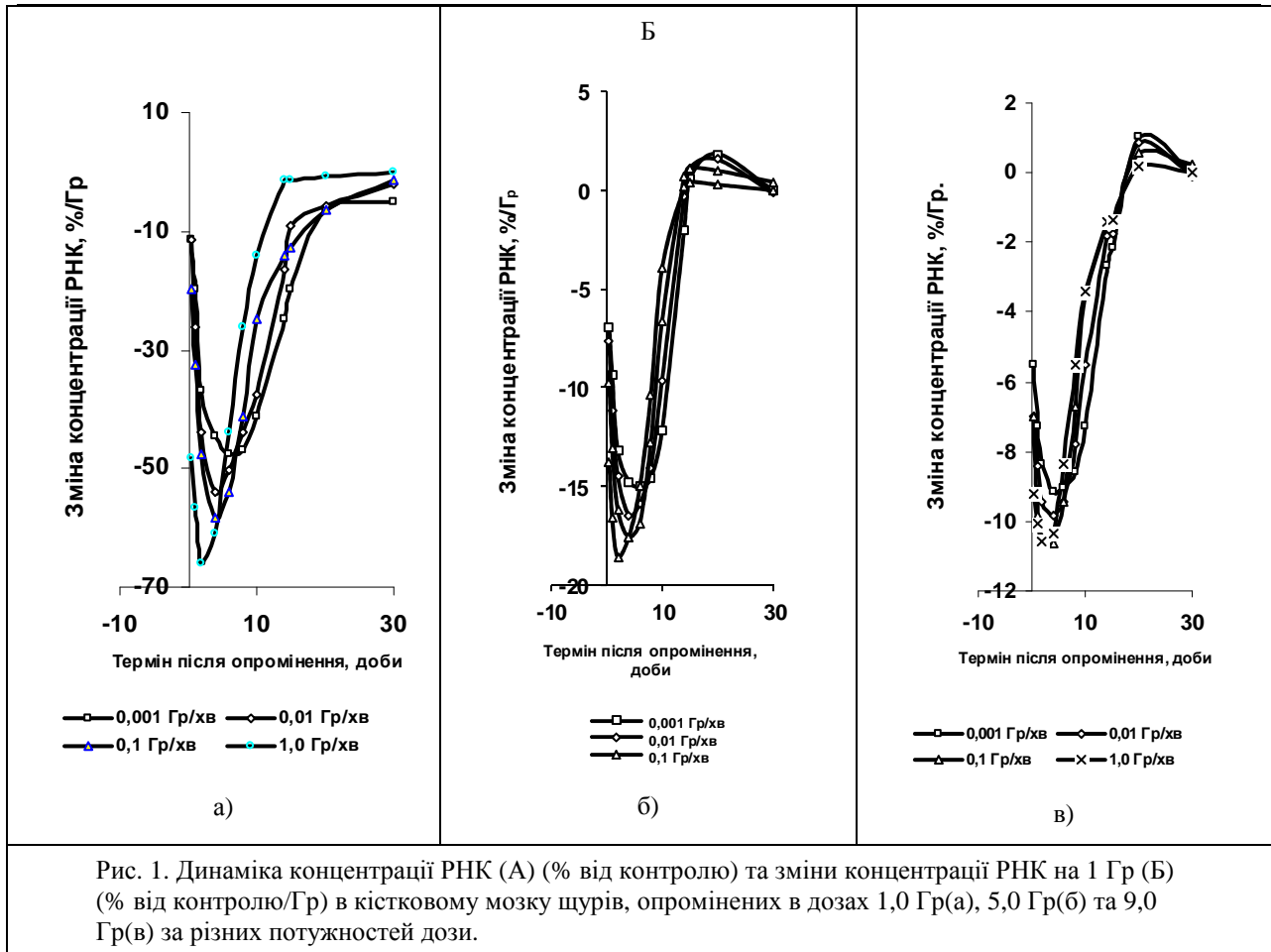


Рис. 1. Динаміка концентрації РНК (А) (% від контролю) та зміни концентрації РНК на 1 Гр (Б) (% від контролю/Гр) в кістковому мозку щурів, опроміненних в дозах 1,0 Гр(а), 5,0 Гр(б) та 9,0 Гр(в) за різних потужностей дози.

Вважається, що відповідь системи на вплив іонізуючого опромінення тим істотніша, чим більша її величина. Нелінійний і немонотонний вид залежностей доза – ефект, отриманий в наших експериментах, і суперечливі літературні дані з цього питання [3, 5], спонукали нас до визначення динаміки відносної зміни вмісту РНК в кістковому мозку опромінених щурів в розрахунку на 1 Гр (рис. 1Б).

Опромінення тварин в дозі 1,0 Гр (рис. 1Ба) викликало найвищу зміну концентрації РНК на 1 Гр у КМ щурів, опромінених за потужності дози 1,0 Гр/хв, через 2 доби; за потужностей доз 0,01 та 0,1 Гр/хв – через 4 доби; за потужності дози 0,001 Гр/хв – через 6 діб. Показник через 1, 2 та 4 доби був, тим більшим, чим вищою була потужність дози, через 8, 10 та 14 діб зміна вмісту РНК на 1 Гр була тим нижчою, чим вищою була потужність дози.

Опромінення тварин в дозі 5,0 Гр за потужності дози 1,0 Гр/хв викликало найвищу зміну концентрації РНК на 1 Гр у КМ щурів через 2 доби; за потужностей доз 0,01 та 0,1 Гр/хв – через 4 доби; за потужності дози 0,001 Гр/хв – через 6 діб (рис. 1Бб). Показник через 0,5, 1, 2 та 20 діб був тим більшим, чим вищою була потужність дози, через 8 та 10 діб залежність показника від потужності дози була протилежною: чим вищою була потужність дози, тим нижчою була зміна концентрації РНК на 1 Гр.

Опромінення тварин в дозі 9,0 Гр (рис. 1Бв) викликало найвищу відносну зміну концентрації РНК на 1 Гр у КМ щурів, опромінених за потужності дози 1,0 Гр/хв, через 2-і доби; за інших потужностей – через 4 доби. Після 1-ї доби показник був тим більшим, чим вищою була потужність дози, а після 8 та 10 діб залежність показника від потужності дози була протилежною: чим вищою була потужність дози, тим нижчим був показник.

Наведені вище дані свідчать про те, що вивчення цього питання має виключне значення для пізнання радіаційних уражень КМ та кровотворної системи в цілому, її радіаційному старінню. Від ступеня ушкодження клітин кісткового мозку після опромінення та функціонального стану

клітин периферичної крові у віддалені терміни залежить не тільки глибина патології, але й тривалість процесів репарації та видужання [5].

Отже, динаміка концентрації РНК в КМ свідчить про те, що відновлення гемопоезу після опромінення включає в себе два процеси: репопуляцію через посилення проліферації клітин-попередниць, які зберегли життєздатність після опромінення, і репарацію опромінених клітин. Перший з них має переважне значення в діапазоні доз опромінення 0,2-1,0 Гр, коли ще зберігається помітна кількість гемопоетичних клітин. Другий може виявитися вирішальним в межах доз опромінення 5,0-9,0 Гр, коли ураження охоплює практично весь пул попередників, а частка непошкоджених клітин настільки мізерна, що не можна надіятися на їх швидку репопуляцію. Зниження концентрації НК в КМ можна пояснити не тільки загибеллю клітин, але й інфільтрацією лімфоцитів, які можуть виконувати роль енергетичних передавачів в опромінені органи й тканини для додаткового забезпечення енергією через щільні контакти. При цьому порушується ряд біохімічних процесів, які є складовими частинами системи передачі сигналу з поверхні клітин в цитозоль [5].

Висновки

Під впливом гамма-опромінення в дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр за всіх потужностей доз вміст РНК змінювався хвилеподібно. Протягом перших 4-х діб концентрація РНК в КМ опромінених щурів була тим нижчою, чим вищою була потужність дози, а через 8 та 15 діб була тим нижчою, чим нижчою була потужність дози і не залежала від потужності дози через 20-30 діб. Опромінення тварин в дозах 1,0, 5,0 та 9,0 Гр викликало найвищу зміну концентрації РНК на 1 Гр у КМ щурів, опромінених за потужності дози 1,0 Гр/хв, через 2 доби; за потужностей доз 0,01 та 0,1 Гр/хв – через 4 доби; за потужності дози 0,001 Гр/хв – через 6 діб. Показник через 1, 2 та 4 доби був, тим більшим, чим вищою була потужність дози, через 8, 10 та 14 діб зміна вмісту РНК на 1 Гр була тим нижчою, чим вищою була потужність дози.

1. *Бурлакова Е. Б.* Система окислительно-восстановительного гомеостаза при радиационно-индуцируемой нестабильности генома / Бурлакова Е. Б., Михайлов В.Ф., Мазурик В.К. // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2001. — Т. 41, Вып. 5. — С. 489—499.
2. *Муксимова К.Н.* Клеточные и молекулярные основы перестройки кроветворения при длительном радиационном воздействии / К.Н. Муксимова, Г.С. Мушкачева. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 160 с.
3. *Петрина Л.Г.* Вміст заліза в крові та нуклеїнових кислот у кістковому мозку за різних режимів опромінення тварин / Л.Г. Петрина // Наук. вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. С.З. Гжицького. — 2004. — Т. 6, № 2, Ч. 2. — С. 117—133.
4. *Пінчук Л.Б.* Зміни в системі кісткоствокового кроветворення у тварин, які постійно утримувалися в Чорнобильській зоні відчуження / Л.Б. Пінчук, Н.К. Родіонова // Чорнобиль. Зона відчуження: Зб. наук. пр. — К.: Наук. думка, 2001. — С. 429—435.
5. *Радиочутливість* кровотворної та імунної систем / О.Є. Нальовіна, Л.І. Остапенко, О.І. Долішняк, М.Є. Кучеренко // УРЖ. — 1997. — Т. 3, № 5. — С. 308—312.
6. *Трудолюбова М.Г.* Количественное определение РНК и ДНК в субклеточных фракциях клеток животных / М.Г. Трудолюбова // Современные методы в биохимии / Под ред. В.И.Ореховича. — М.: Медицина, 1977. — С. 313—316.
7. *Шевченко В.А.* Эволюция представлений о генетической опасности ионизирующих излучений для человека / В.А. Шевченко // Радиационная биология. Радиоэкология. — 2001. — Т. 41, Вып. 5. — С. 615—626.
8. *Wyllie A.M.* Chromatin cleavage in apoptosis: association with condensed chromatin in morphology and dependence on macromolecular synthesis / Wyllie A.M., Morris R.G., Smith A.L., Dunlop D. // J. Pathol. — 1984. — Vol. 142. — P. 67—77.

Л. Г. Петрина, Н. И. Мойсеенко, В. И. Кравец

Ивано-Франковский национальный медицинский университет
Прикарпатский национальный университет имени В. Стефаника

РАДИОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РНК В КОСТНОМ МОЗГЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ γ ОБЛУЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Изучено влияние однократного тотального облучения гамма-квантами ^{60}Co в дозах 1,0; 5,0 и 9,0 Гр с мощностями доз 0,001; 0,01; 0,1 и 1,0 Гр/мин на содержание железа в крови и нуклеиновых

кислот в костном мозге крыс-самцов линии Вистар через 0,5; 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 и 30 суток после воздействия.

Установлено, что содержание РНК в костном мозге крыс изменяется волнообразно в зависимости от дозы облучения. Обнаружены закономерности изменения этих показателей на различных стадиях развития лучевого поражения после облучения: снижение мощности дозы ведет к увеличению времени достижения экстремума и уменьшению величины эффекта в экстремальных точках. Обсуждается вопрос о взаимозависимости динамики концентрации РНК и изменений содержания РНК на 1 Гр в костном мозге после облучении животных в широком диапазоне доз при различных интенсивностях ионизирующей радиации.

Ключевые слова: γ-облучение, доза, мощность дозы, РНК, костный мозг

L. G. Petryna, M. I. Moysyenko, V. I. Kravets

Ivano-Frankivsk National Medical University, Ukraine

Vasyl Stefanyk Prekarpathian National University, Ukraine

EFFECT OF IONIZING IRRADIATION ON THE DYNAMICS OF THE RNA SYNTHESIS VIOLATIONS IN THE MARROW OF IRRADIATED ANIMALS

The dynamics of dose-dependence of nucleic acids of rat marrow of Vistar line male rats after a total single irradiation with ⁶⁰Co γ-quantums at 1.0; 5.0 and 9.0 Gy doses of 0.001; 0.01; 0.1 and 1.0 Gy/min dose power. Nucleic acids of rat marrow contents the values both in norm and in 0.5; 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 and 30 days after irradiation are given. The experiment data show that the dose dependend of nucleic acids of rat marrow has an wavelike character. The size of these operations, their directions and degree of manifestations depend on the dose of irradiation. The experiment data show that the decrease of irradiation intensity are increased the extreme time reaching and decrease the effect value in this point. The problem of correlation between change of the concentration of RNA in 1 Gy of bone marrow after animals irradiation with wight range of doses of different power has been discussed.

Keywords: γ-irradiation, dose, the power of dose, RNA, marrow

Рекомендує до друку

Надійшла 21.04.2015

В. В. Грубінко

УДК 57.085.23

¹В. В. ПОЗУР, ¹В. М. СВЯТЕЦЬКА, ¹В. С. УСОК, ¹М. С. ПОТАПЕНКО, ²Г. С. ДИМЕНТ, ²Д. С. ЯНКОВСЬКИЙ, ¹М. П. РУДИК

¹Київський національний університет імені Т. Шевченка, ННЦ «Інститут біології»

пр-т. Академіка Глушкова, 2, Київ, 03022

²Науково-виробнича компанія „О. Д. Пролісок”

вул. Ворошилова 12, с. Велика Вільшанка, Васильківський р-н, Київська обл., 08671

РЕАКЦІЯ ЛІМФОЇДНИХ ОРГАНІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МУЛЬТИПРОБІОТИКА «СИМБІТЕР АЦИДОФІЛЬНИЙ» У ЩУРІВ З ГЛУТАМАТНИМ ОЖИРІННЯМ

Досліджували вплив мультипробіотика «Симбітер ацидофільний» концентрований на вагові індекси та клітинність лімфоїдних органів, а також сироватковий рівень циркулюючих імунних комплексів (ЦК) за умов глутамат-індукованого ожиріння у щурів. Застосування препарату «Симбітер ацидофільний» концентрований запобігало розвитку порушень у лімфоїдних органах тварин з ожирінням, що свідчить на користь його протизапального регуляторного впливу на

поляризацію імунологічної реактивності. Модуляторний вплив пробіотичного препарату характеризувався гендерними відмінностями і був більш виразним у тварин жіночої статі.

Ключові слова: пробіотики, ожиріння, лімфоїдні органи, циркулюючі імунні комплекси

Розвиток ожиріння викликає патологічні зміни в лімфатичній системі, такі як послаблення гемато-спленічного бар'єру, лімфедему та прогресивне порушення процесів рециркуляції лімфоїдних і мієлоїдних клітин [8, 10]. Крім того, ожиріння супроводжується хронічним запаленням білої жирової тканини, що спричиняє локальну і системну запальну реакцію з боку імунної системи, асоційовану зі структурно-функціональними змінами лімфоїдних органів [15]. Ожиріння прискорює пов'язану зі старінням інволюцію тимусу, результатом чого є зниження різноманітності Т-лімфоцитів і обмеження механізмів імунного захисту [21]. При ожирінні відбуваються зміни у селезінці, важливому компоненті імунної системи, яка має вирішальне значення в регуляції імунної відповіді. Рядом авторів відмічено асоційовану з ожирінням спленомегалію, зумовлену портальною гіпертензією [5, 17]. Порушення метаболічної та ендокринної функцій селезінки викликають запальні реакції у печінці, залучені у розвиток жирового гепатозу та іншої патології [18].

Окремі пробіотики справляють модуляторний вплив на імунологічну реактивність як на рівні локального представництва імунної системи у слизових травного тракту, так і системно. Локальна імуномодуляторна дія пробіотичних мікроорганізмів може бути реалізована через активацію синтезу секреторних імуноглобулінів А та антимікробних пептидів. Пробіотичні бактерії інгібують продукцію прозапальних і посилюють синтез протизапальних медіаторів імунітету. Позитивний локальний і системний вплив пробіотиків при ожирінні також пов'язують з відновленням порушеної проникності кишкового бар'єру, зменшенням транслокації мікроорганізмів і ендотоксемії, і в результаті, зменшенням виразності запалення жирової тканини [6]. Крім того, пробіотики спричиняють активацію продукції неспецифічних і специфічних антитіл [4]. Пробіотики здатні модулювати транскриптом селезінки [11]. Встановлена здатність окремих поліштамових пробіотичних препаратів запобігати розвитку портальної гіпертензії й асоційованої з нею спленомегалії [14].

Метою даної роботи була оцінка впливу мультипробіотика «Симбітер ацидофільний» на вагові індекси та клітинність лімфоїдних органів, а також сироватковий рівень ЦІК за умов глютамат-індукованого ожиріння у щурів.

Матеріал і методи досліджень

В роботі було використано 24 щурі лінії Вістар чоловічої та жіночої статі. Після рандомізації за вагою тварини були поділені на три групи по вісім тварин у кожній. Новонародженим щурам групи 1 вводили фізіологічний розчин об'ємом 8 мкл/г підшкірно на 2-й, 4-й, 6-й, 8-й та 10-й день після народження. Ожиріння модулювали шляхом введення новонародженим щурам груп 2 і 3 глютамату натрія розведеного у фізіологічному розчині в дозі 4 мг/г ваги тіла в об'ємі 8 мкл підшкірно на 2-й, 4-й, 6-й, 8-й та 10-й день після народження. Тварини утримувались у стандартних умовах віварію з *ad libitum* доступом до води та корму. Евтаназію тварин здійснювали шляхом декапітації під ефірним наркозом. Усі дослідження на тваринах здійснювали згідно із нормами, встановленими законом України №3447-IV «Про захист тварин від жорстокого поводження» і норм, прийнятих в Європейській конвенції із захисту хребетних тварин, яких використовують для експериментальних і наукових цілей від 20.09.1985 [2].

Введення пробіотика «Симбітер ацидофільний» концентрований у дозі 140 мг/кг ($1,4 \cdot 10^{10}$ КУО/кг) ваги тіла в об'ємі 200 мкл фізіологічного розчину було розпочато тваринам у віці 1 місяця і тривало протягом 3 місяців в режимі чергування 2-тижневого курсу введення з 2-тижневим курсом перерви. Мультипробіотик «Симбітер ацидофільний» концентрований є живою біомасою 14 штамів біфідобактерій, лактобацил, лактококів та пропіоновокислих бактерій. У його складі концентрація живих клітин не менше: біфідобактерії— $1,0 \cdot 10^{12}$, лактобацили - $1,0 \cdot 10^{13}$, пропіоновокислі - $1,0 \cdot 10^{13}$, лактококи - $1,0 \cdot 10^{13}$.

У віці чотирьох місяців проводили автопсію тварин. Жирову тканину різної локалізації видаляли, зважували і розраховували ваговий індекс жирової тканини (відносна вага жирової тканини у % від маси тіла).

Реакцію лімфоїдних органів оцінювали за відносною масою селезінок, тимусів та пахових лімфовузлів, (відношення маси органу до загальної маси тварини), а також за відносною клітинністю – відношенням абсолютної кількості каріоцитів до маси органу [9], котру визначали у тканинному гомогенаті, отриманому шляхом ручної гомогенізації з наступним осмотичним лізисом еритроцитів.

Для визначення сироваткового рівня ЦК використовували метод преципітації в 3,75% поліетиленгліколі (ПЕГ) 6000 (в мікрomodифікації). Паралельні розведення досліджуваної сироватки інкубували 1 год. при кімнатній температурі в борно-боратному буфері (рН=8,4) та ПЕГ. Вимірювали оптичну густину преципітату при довжині хвилі 450 нм [1].

Статистичну обробку результатів проводили методами варіаційної статистики з розрахунком середнього значення, середнього квадратичного відхилення (σ) та середньої квадратичної похибки (m). Для визначення вірогідної відмінності показників використовували t-критерій Стьюдента [3].

Результати досліджень та їх обговорення

Характеристика вагових індексів жирової тканини різної локалізації у щурів з ожирінням показала наступне. Розвиток глутаматного ожиріння характеризувався статевою диверсифікацією. У самиць він супроводжувався зростанням вагових показників вісцеральної жирової тканини майже вдвічі, відсутністю змін у кількості гонадального жиру, появою підшкірного та значної кількості латерального жиру, а також відсутністю змін у вагових показниках печінки при статистично вірогідному збільшенні відносної кількості каріоцитів в органі (Рис.1, 2). Це може пояснюватись жировою дистрофією печінки, котра, як правило, супроводжує розвиток ожиріння [12].

Відмітною особливістю пробіотичного препарату «Симбітер ацидофільний» є принцип компонування штамів пробіотичних мікроорганізмів, в основі якого лежить мутуалістичний мультисимбіоз мікроорганізмів із синергізмом за низкою біологічних властивостей. Введення препарату тваринам з ожирінням супроводжувалося змінами вагових показників жирової тканини різної локалізації та печінки зі значними гендерними відмінностями. У самців розвиток глутаматного ожиріння асоціювався зі збільшенням відносної ваги вісцерального (в 4,6 разів), гонадального (в 1,6 рази) та появою підшкірного жиру. Крім того, зареєстровано помірне збільшення вагового індексу печінки і значне підвищення відносної кількості печінкових каріоцитів, що вказує на наявність запального процесу в органі.

У самиць зареєстровано зниження відносної ваги жирової тканини усіх досліджених компартментів, крім гонадального. Ваговий показник печінки у самиць з ожирінням, котрі отримали курс пробіотичного препарату, був нижчим за такий у контрольних тварин з ожирінням. Відносна кількість каріоцитів самиць з ожирінням після прийому пробіотика була на рівні показників контрольних тварин.

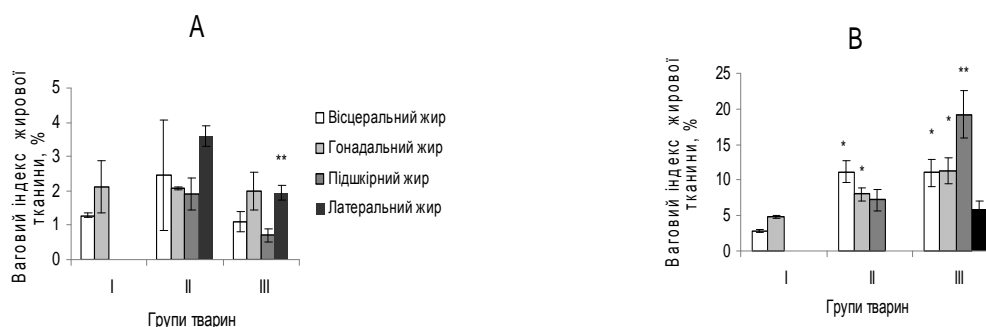


Рис. 1. Вплив препарату «Симбітер ацидофільний» концентрований на вагові показники жирової тканини різної локалізації у тварин з глутаматним ожирінням. А – самиці; В –самці. I – контрольні щурі (n= 8); II – щурі із ожирінням (n= 8); III – щурі з ожирінням, яким вводили препарат (n=8); примітка: * - p<0,05 відносно показників щурів відповідної контрольної групи. **- p<0,05 відносно показників щурів з ожирінням.

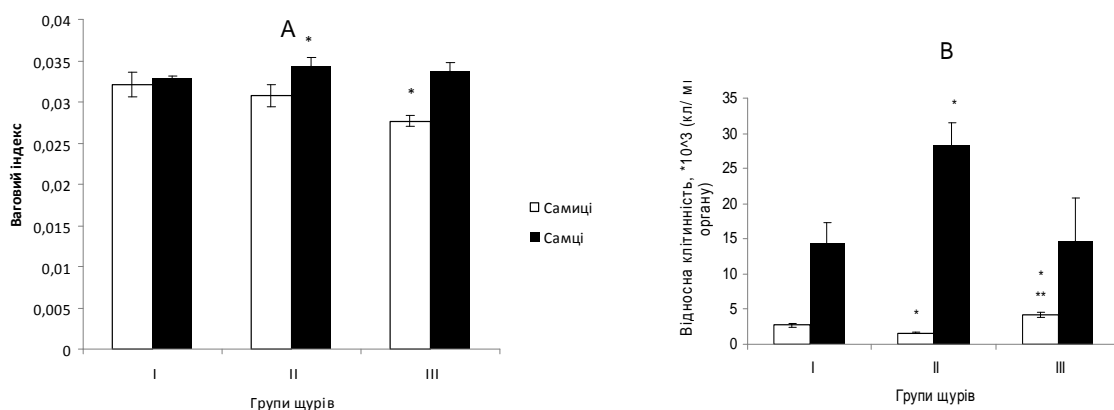


Рис. 2. Вплив препарату «Симбітер ацидофільний» концентрований на вагові (А) та клітинні (В) показники печінки у щурів із ожирінням. I – контрольні щурі (n= 8); II – щурі із ожирінням (n= 8); III – щурі з ожирінням, яким вводили препарат (n= 8); примітка: * - $p < 0,05$ відносно показників щурів відповідної контрольної групи.

У самців з глютаматним ожирінням, котрі отримали пробіотичний препарат, вірогідні зміни вагових індексів вісцеральної та гонадальної жирової тканини були відсутні. При цьому, статистично достовірно зростала кількість підшкірного жиру і з'являлася латеральна жирова тканина. Ваговий показник печінки у тварин цієї групи не відрізнявся від такого у контрольних тварин-самців з ожирінням. Однак, кількість печінкових каріоцитів знижувалася до рівня показників контрольних інтактних тварин.

Реакція лімфоїдних органів у тварин з глютаматним ожирінням також характеризувалася гендерними особливостями. Зміни ваги і клітинності селезінки, зумовлені розвитком соматичної патології, в основному зводяться до розвитку спленомегалії зі збільшенням або без збільшення кількості спленічних каріоцитів. Спленомегалія без збільшення клітинності, як правило, є наслідком портальної гіпертензії [5, 17]. Спленомегалія зі збільшенням кількості спленічних каріоцитів спостерігається при активації екстремедулярного гемопоезу [20] та антитілогенезу. Однією із важливих функцій селезінки при ожирінні є підтримка пулу природних В-клітин у білій жировій тканині, які захищають від асоційованої з ожирінням резистентності до інсуліну [19]. Спленомегалія із супутнім збільшенням клітинності може бути також наслідком посиленого кліренсу ЦК із супутньою активацією гістіоцитів.

У щурів-самиць з глютаматним ожирінням спостерігали достовірне зростання відносної ваги селезінки, що співпадає з даними Patil S. зі співавторами [13]. Спленомегалія у тварин цієї групи супроводжувалася статистично вірогідним зменшення клітинності селезінки у порівнянні з аналогічними показниками у інтактних тварин (Рис. 3). Імовірними причинами зареєстрованого феномену можуть бути портальна гіпертензія і/або триваюча еферентна фаза асоційованої з ожирінням активації антитілогенезу [16], а також активація кліренсу ЦК. Зважаючи на те, що портальна гіпертензія, як правило, супроводжується гепатомегалією, котра була відсутня у самиць з ожирінням, а сироватковий рівень ЦК у цій групі не перевищував показник інтактного контролю (Рис. 6.), можна припустити, що основною причиною спленомегалії була еферентна фаза активації антитілогенезу.

Застосування пробіотика у щурів-самиць з ожирінням запобігало розвитку порушень показників вагового індексу селезінки і призводило до достовірного підвищення відносної кількості спленічних каріоцитів (на 77%). Останнє, найімовірніше, зумовлювалося підвищеним сироватковим рівнем ЦК (Рис. 6.).

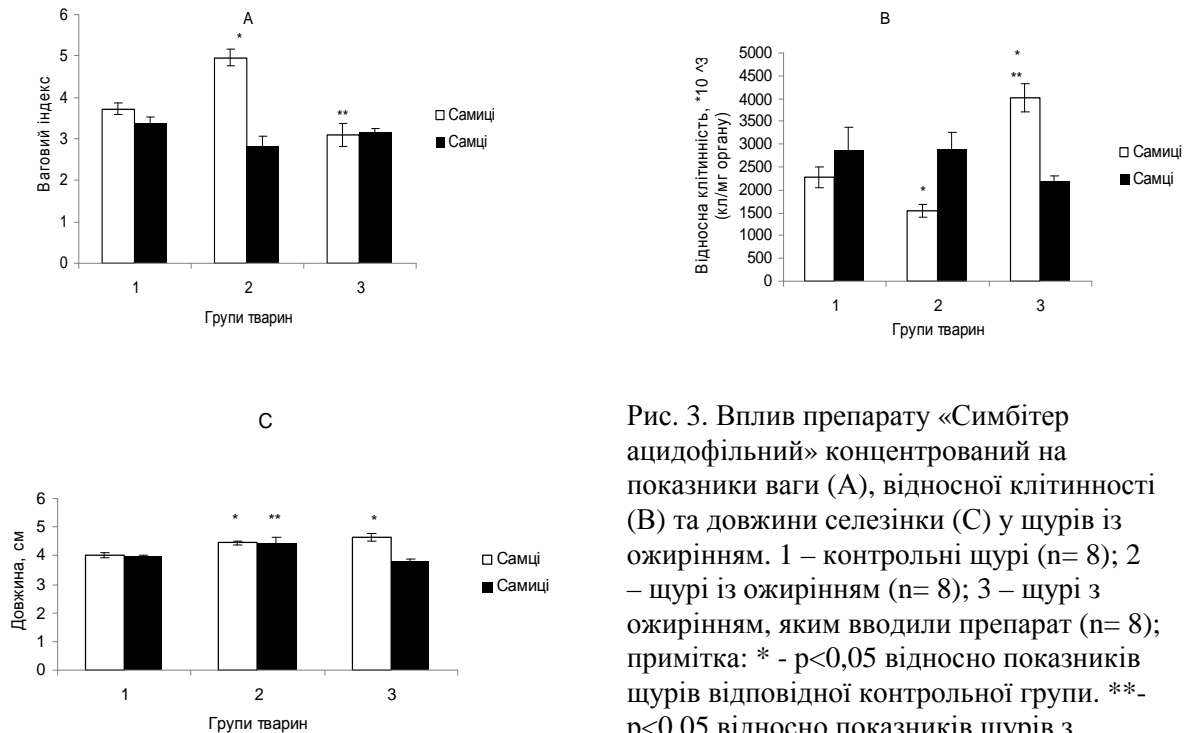


Рис. 3. Вплив препарату «Симбітер ацидофільний» концентрований на показники ваги (А), відносної клітинності (В) та довжини селезінки (С) у щурів із ожирінням. 1 – контрольні щурі (n= 8); 2 – щурі із ожирінням (n= 8); 3 – щурі з ожирінням, яким вводили препарат (n= 8); примітка: * - p<0,05 відносно показників щурів відповідної контрольної групи. ** - p<0,05 відносно показників щурів з ожирінням.

Інформативним показником залучення селезінки у системний запальний процес є її поздовжній діаметр, значення якого пропорційні рівню генералізованої запальної реакції імунної системи. У клінічній практиці цей показник розглядається як один з перспективних маркерів генералізації запального процесу при ожирінні [18]. За результатами наших досліджень розвиток глутаматного ожиріння був асоційований з помірним збільшенням цього показника у тварин обох статей (Рис. 3С), що вказує на наявність системного запального процесу. Збільшення відносної клітинності селезінки у щурів-самиць, що отримали «Симбітер ацидофільний» концентрований, супроводжувалося зменшенням її поздовжнього діаметру, що є опосередкованим свідченням протизапальної дії препарату на системному рівні. У щурів-самців з ожирінням статистично достовірних змін відносної ваги та клітинності селезінки у порівнянні з аналогічними показниками у інтактних тварин не було. Після введення пробіотика показники відносної ваги та клітинності селезінки також були на рівні контрольних значень.

Функції тимусу полягають у регуляторному впливі на рівень як клітинного, так і гуморального імунітету шляхом експорту на периферію ефektorних та регуляторних клітин. Ожиріння порушує формування Т-лімфоцитів, викликає передчасне старіння й інволюцію тимусу, зменшує кількість тимоцитів і значно посилює їх апоптоз, а також прискорює пов'язану зі старінням редукцію антигенних рецепторів периферичних Т-лімфоцитів [21].

За результатами наших досліджень у щурів-самиць з ожирінням було відмічено зниження відносної ваги тимусу в порівнянні з інтактним контролем (Рис. 4).

Клітинність органу була на рівні контролю. Застосування пробіотика у щурів-самиць з ожирінням не спричиняло достовірних змін зазначених показників. Показники відносної ваги тимусу у щурів-самців з ожирінням не мали відмінностей в порівнянні з такими у інтактного контролю. Однак, відносна клітинність тимусу при ожирінні значно зростала, що є наслідком статевої диверсифікації перебігу запальних процесів (у осіб чоловічої статі більш розвинена клітинна ланка запального процесу). Застосування препарату «Симбітер ацидофільний» концентрований у щурів-самців з ожирінням не приводило до змін відносної клітинності тимусу, що свідчить на користь протизапальної дії препарату.

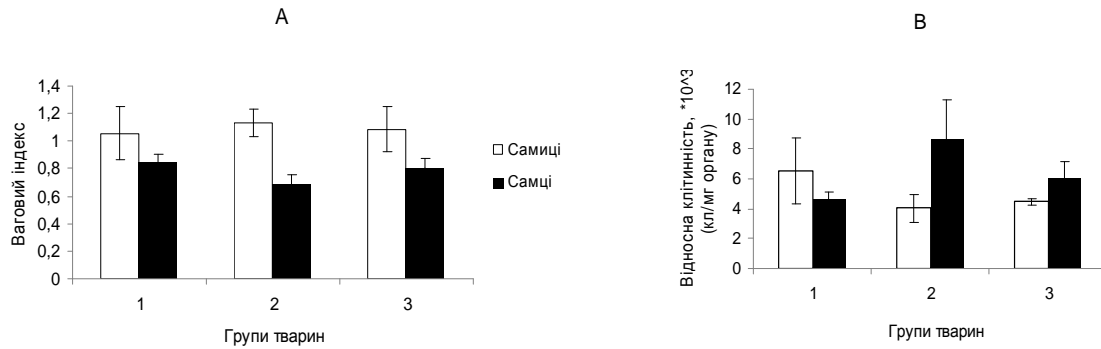


Рис. 4. Вплив препарату «Симбітер ацидофільний» концентрований на вагові (А) та клітинні (В) показники тимусів у щурів із ожирінням. 1 – контрольні щурі (n= 8); 2 – щурі із ожирінням (n= 8); 3 – щурі з ожирінням, яким вводили препарат (n= 8); примітка: * - p<0,05 відносно показників щурів відповідної контрольної групи. ** - p<0,05 відносно показників щурів з ожирінням.

У лімфатичних вузлах відбувається розвиток як клітинної, так і гуморальної імунної відповіді. Проте, у зв'язку з особливостями мікрооточення, яке сприяє диференціації Т-лімфоцитів у напрямку Th1, лімфовузли більше зорієнтовані на розвиток клітинної імунної відповіді.

Досліджені нами пахові лімфовузли є регіонарними організованими лімфоїдними структурами для антигенпрезентувальних клітин вісцеральної жирової тканини і кишечника. У щурів-самиць з ожирінням спостерігали статистично невірогідне зростання відносної ваги пахових лімфовузлів з одночасним зменшенням їх клітинності у порівнянні з аналогічними показниками у інтактних тварин (Рис.5.), що вказує на розвиток лімфедми. Слід відмітити значну індивідуальну варіабельність показників в даній групі. Результатом застосування пробіотика у щурів-самиць з ожирінням було збільшення показників вагового індексу лімфовузлів і достовірне підвищення відносної кількості клітин в органі (у 2,7 рази порівняно з контрольними тваринами з ожирінням). Препарат «Симбітер ацидофільний» концентрований містить біомасу живих клітин пробіотичних мікроорганізмів, які могли стати причиною активації імунної відповіді в регіонарних лімфовузлах на антигени бактерій. У щурів-самців з глутаматним ожирінням також спостерігалось зростання відносної ваги лімфовузлів одночасно зі зниженням їх клітинності відносної клітинності лімфовузлів у порівнянні з аналогічними показниками у інтактних тварин. Однак, результати були статистично невірогідними. Застосування пробіотика не викликало змін вагових показників регіонарного лімфовузла і не впливало на його клітинність.

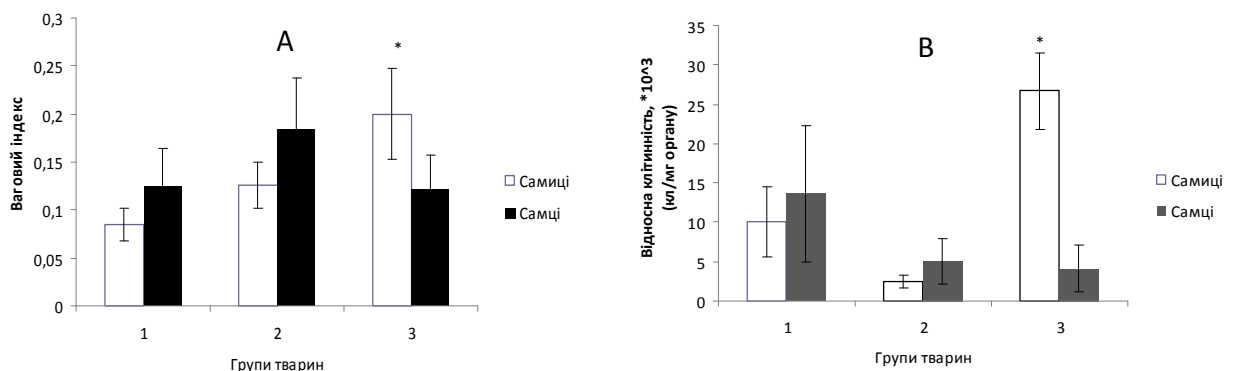


Рис. 5. Вплив препарату «Симбітер ацидофільний» концентрований на вагові (А) та клітинні (В) показники лімфовузлів у щурів із ожирінням. 1 – контрольні щурі (n= 8); 2 – щурі із ожирінням (n= 8); 3 – щурі з ожирінням, яким вводили препарат (n= 8); примітка: * - p<0,05 відносно показників щурів відповідної контрольної групи.

За фізіологічних умов, утворення та присутність ЦІК в рідинах є одним з проявів імунної відповіді організму на надходження антигенів. Утворені імунні комплекси деякий час циркулюють в лімфі і крові, після чого відбувається їх елімінація фагоцитами. Рівень ЦІК в сироватці крові є важливим показником імунологічної реактивності, оскільки відображає не лише ступінь навантаження організму антигенами інфекційних агентів, а й деструктивно-дегенеративні явища в організмі і може характеризувати процеси біосинтезу антитіл в цілому [7].

За результатами наших досліджень, рівень ЦІК у сироватці щурів-самиць контрольної групи склав 16,6 у.о. (Рис. 6). Моделювання ожиріння майже не впливало на концентрацію ЦІК в крові тварин. Введення «Симбітеру ацидофільного» концентрованого щурам-самцям з ожирінням супроводжувалось підвищенням рівня ЦІК у 2,7 рази у порівнянні з показниками щурів контрольної групи.

Сироватковий рівень ЦІК у інтактних самців був нижчим порівняно з аналогічним показником у самиць, що є наслідком статевої диверсифікації імунологічної реактивності (рівень як неспецифічного, так і антигенспецифічного антитілоутворення у осіб жіночої статі значно переважає такий у осіб чоловічої статі). У сироватці крові щурів-самців з ожирінням рівень ЦІК збільшувався більш ніж вдвічі відносно інтактного контролю. Застосування пробіотика у щурів-самців спричиняло збільшення рівня ЦІК в 5 разів. Збільшення рівня ЦІК у сироватці тварин з ожирінням, що отримали «Симбітер ацидофільний» концентрований, ймовірно зумовлене елімінацією конститuentів пробіотичного препарату.

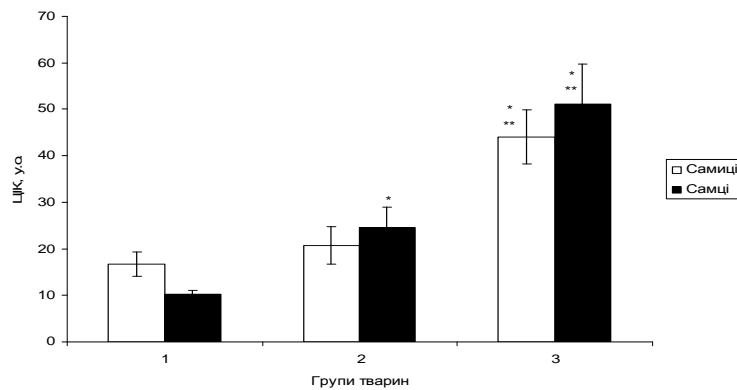


Рис. 6. Вплив препарату «Симбітер ацидофільний» концентрований на рівень циркулюючих імунних комплексів у сироватці крові щурів із ожирінням. 1 – контрольні щури (n= 8); 2 – щури із ожирінням (n= 8); 3 – щури з ожирінням, яким вводили препарат (n= 8), примітка: * - відносно значень тварин контрольної Групи 1. ** - відносно значень тварин з ожирінням Групи 2.

Висновки

Розвиток глутаматного ожиріння у щурів характеризувався статевою диверсифікацією, що проявлялося у відмінностях вагових показників жирової тканини різної локалізації у тварин жіночої і чоловічої статі, а також наявністю незначної гепатомегалії у самців і її відсутністю у самиць. Розвиток ожиріння був асоційований з негативними змінами цитоморфологічних показників селезінки, тимусу та регіонарних лімфовузлів, котрі вказують на присутність системної запальної реакції з боку імунної системи, більш виразної у самиць. Застосування мультипробіотика «Симбітер ацидофільний» концентрований запобігало розвитку порушень у лімфоїдних органах, що свідчить на користь протизапального регуляторного впливу препарату на поляризацію імунологічної реактивності у тварин з ожирінням: гальмування клітинно-опосередкованих реакцій одночасно з активацією гуморальної ланки. Модуляторний вплив пробіотичного препарату також характеризувався гендерними відмінностями і був більш виразним у тварин жіночої статі.

1. *Передерій В.Г.* Основи внутрішньої медицини / В.Г. Передерій, С.М. Ткач. — Київ: Нова Книга. — 2010. — 1006 с.
2. *Реброва О.Ю.* Статистичний аналіз медичних даних / Реброва О.Ю. — К.: Медіф Сфера. — 2002. — 305 с.
3. *Резніков О.* Проблеми етики при проведенні досліджень на тваринах / О.Резніков // Вісник НАН України. — 2001. — № 11. — С. 30—33.
4. *Ashraf R.* Immune system stimulation by probiotic microorganisms / R Ashraf and NP Shah // Crit Rev Food Sci Nutr. — 2014. — № 54 (7). — P. 938—56.
5. *Berzigotti A.* Impact of obesity and insulin-resistance on cirrhosis and portal hypertension / A Berzigotti and J Abraldes // Gastro Hep — 2013. — № 8. — P. 527—33.
6. *Delzenne N.M.* Interaction between obesity and the gut microbiota: relevance in nutrition / N Delzenne and P Cani // Ann Rev of Nutrition. — 2011. — № 31. — P. 15—31.
7. *Egner W.* The use of laboratory tests in the diagnosis of SLE / W Egner // J Clin Pathol. — 2000. — № 6. — P. 424—32.
8. *Greene A.K.* Lower-extremity lymphedema and elevated body-mass index / A.K. Greene, F.D. Grant, S.A. Slavin // N Engl J Med. — 2012. — № 366. — P. 2136—2137.
9. *Kozłowska E.* Sensitivity of mouse lymphoid and nonlymphoid organs to Silesian air pollutants / E. Kozłowska, J.Kopec-Szlezak, N.Drela et al. // Ecotoxicol. Environ. Saf. — 1997. — № 1. — P. 10—16.
10. *Lim H.Y.* Hypercholesterolemic mice exhibit lymphatic vessel dysfunction and degeneration / H.Y. Lim, J.M Rutkowski, J. Helft et al. // Am J Pathol. — 2009. — № 175. — P. 1328—1337.
11. *Monson M.S.* Modulation of the spleen transcriptome in domestic turkey (*Meleagris gallopavo*) in response to aflatoxin B1 and probiotics / M.S. Monson, R.E. Settlege, K.M. Mendoza et al. // Immunogenetics. — 2015. — № 3. — P. 163—78.
12. *Negrin K.A.* IL-1 signaling in obesity-induced hepatic lipogenesis and steatosis / K.A. Negrin, R.J. Roth, M.T. DiStefano et al. // PLoS One. — 2014. — № 9. — P. 107265.
13. *Patil S.* Antihyperlipidemic potential of Cedrus deodara extracts in monosodium glutamate induced obesity in neonatal rats / S. Patil, T. Prakash, D. Kotresha et al. // Indian J Pharmacol. — 2011. — № 6. — P. 644—7.
14. *Rashid S.K.* Probiotics (VSL#3) prevent endothelial dysfunction in rats with portal hypertension: role of the angiotensin system / S.K. Rashid, N.I. Khodja, C. Auger et al. // PLoS One. — 2014. — № 5. — P. 97458.
15. *Seijkens T.* Immune cell crosstalk in obesity: a key role for costimulation? / T. Seijkens, P. Kusters, A. Chatzigeorgiou et al. // 2014. — № 12. — P. 3982—91.
16. *Shaikh S.R.* Teague H. The effects of diet-induced obesity on B cell function / S.R. Shaikh, K.M. Haas, M.A. Beck // Clin Exp Immunol. — 2015. — № 1. — P. 90—95.
17. *Tarantino G.* Spleen: A new role for an old player / G. Tarantino, S. Savastano, D. Capone // World J Gastroenterol — 2011. — № 33. — P. 3776—3784.
18. *Tarantino G.* Liver-spleen axis: Intersection between immunity, infections and metabolism / G. Tarantino, A. Scalera, G. Finelli. // World J Gastroenterol. — 2013. — № 19 (23). — P. 3534—3542.
19. *Wu L.* Spleen supports a pool of innate-like B cells in white adipose tissue that protects against obesity-associated insulin resistance / L. Wu, V.V. Parekh, Hsiao et al. // JProc Natl Acad Sci U S A. — 2014. — № 43. — P. 4638—47.
20. *Xue Y.* Tumor-derived VEGF modulates hematopoiesis / Y. Xue, F. Chen, D. Zhang et al. // J Angiogenesis Res. — 2009. — № 1. — № 9.
21. *Yang H.* Obesity accelerates thymic aging / H. Yang, Y.H. Youm, B. Vandanmagsar et al. // Blood — 2009. — № 18. — P. 3803—12.

В. В. Позур, В. Н. Святецкая, В. С. Усок, М. С. Потапенко, Г. С. Дымент, Д. С. Янковский, М. П. Рудык

Київський національний університет імені Т. Шевченка, УНЦ «Інститут біології»
 Научно-производственная компания "А. Д. Подснежник"

РЕАКЦІЯ ЛІМФОІДНИХ ОРГАНІВ ПРИ ІСПОЛЬЗУВАННІ МУЛЬТИПРОБІОТИКА «СІМБІТЕР АЦІДОФІЛЬНИЙ» У КРИС С ГЛУТАМАТНИМ ОЖИРЕННЯМ

Исследовали влияние мультипробиотика «Симбистер ацидофильный» концентрированный на весовые индексы и клеточность лимфоидных органов, а также сывороточный уровень циркулирующих иммунных комплексов в условиях глутамат-индуцированного ожирения у крыс. Применение препарата «Симбистер ацидофильный» концентрированный предотвращало развитие нарушений в лимфоидных органах животных с ожирением, что свидетельствует в пользу его противовоспалительного регуляторного влияния на поляризацию иммунологической

реактивности. Модуляторные влияние пробиотического препарата также характеризовалось гендерными различиями и было более выраженным у животных женского пола.

Ключевые слова: пробиотики, ожирение, лимфоидные органы, циркулирующие иммунные комплексы

V. V. Pozur, V. M. Svyatetska, V. S. Usok, M. S. Potapenko, G. S. Dymant, D. S. Yankovskyy, M. P. Rudyk
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of biology", Ukraine
Scientific and Productional Company "AD Prolisok", Ukraine

THE REACTION OF LYMPHOID ORGANS IN RATS WITH GLUTAMAT –INDUCED OBESITY TO THE MULTIPROBIOTIC "SYMBITER ACIDOPHILUS"

The effect of multiprobiotic "Symbiter acidophilus" on weight indices and cellularity of lymphoid organs as well as serum level of circulating immune complexes in rats with glutamate-induced obesity were investigated. "Symbiter acidophilus" prevented the development of disorders in lymphoid organs associated with the obesity. It testifies anti-inflammatory effect of the preparation. Modulating effect of probiotic was characterized by gender differences and was more expressed in female rats.

Keywords: probiotics, obesity, lymphoid organs, circulating immune complexes

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 17.04.2015

УДК 5.57.576.4

А. О. ПОТРОХОВ

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
вул. Академіка Заболотного, 148, Київ, 03680

АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ ТРАНСГЕННИХ РОСЛИН *NICOTIANA TABACUM* L З ГЕНОМ *IFN-A2B* ЛЮДИНИ, ІНФІКОВАНИХ ВІРУСОМ ТЮТЮНОВОЇ МОЗАЇКИ

Досліджено ступінь розвитку стрес-реакцій у трансгенних рослин тютюну *Nicotiana tabacum* з геном *ifn- α 2b* людини під дією фітовірусної інфекції, викликаною вірусом тютюнової мозаїки, за показниками ПОЛ та АОА. Для оцінки розвитку ПОЛ було визначено накопичення початкового і кінцевого продукту, а саме дієнових кон'югатів та малонового діальдегіду. Встановлено, що після інфікування вірусом тютюнової мозаїки спостерігалися зміни у вмісті продуктів ПОЛ у тканинах листя тютюну. В нетрансформованих інфікованих рослинах відмічено збільшення вмісту продуктів ПОЛ, а в уражених трансформованих рослинах відмічався зменшення вмісту цих сполук. При дослідженні загальної АОА було показано, що при інфікуванні трансгенних рослин вірусом тютюнової мозаїки було зазначено, що АОА знижується на 14,8-18,1%. Однак, її рівень залишається вище порівняно, з АОА неінфікованих трансгенних рослин. Вірогідно, відбувалася активізація процесів пов'язаних з захистом рослин від дії шкочинних факторів.

Ключеві слова: інтерферон, вірус тютюнової мозаїки, перекисне окислення

Організми реагують на дію стресових чинників різними способами, а захисні механізми можуть бути забезпечені як активацією генетичного апарату так і зміною метаболізму клітин [8, 10]. При змінах умов навколишнього середовища в живих системах відбувається розвиток стрес-реакції [2, 11, 12]. За помірної інтенсивності та тимчасовій дії стресового фактору в живому організмі відбувається посилення захисних систем та мобілізація енергетичних ресурсів, однак більш тривалому та інтенсивному стресовому навантаженні в клітинах розпочинаються процеси

пероксидного окислення, пригнічення енергопродукції та зниження синтезу білку з подальшою його денатурацією [5].

Одним з механізмів захисту від стресових чинників є активація та посилення пероксидного окислення ліпідів (ПОЛ-окислювальна деградація ліпідів, яка відбувається, в основному, під дією вільних радикалів). При нормальному розвитку організму без надмірних впливів стресів активність ПОЛ незначна, однак все змінюється при тривалих стресових станах. В умовах стресового навантаження відбувається балансування між антиоксидантною активністю та ПОЛ, що є необхідною умовою для підтримки нормальної життєдіяльності клітини. Проміжні продукти окислення можуть слугувати індукторами та медіаторами стресового стану [7]. На розвиток стрес-реакції рослин впливають різні чинники як абіотичного, так і біотичного походження [6]. Зокрема, фітовірусна інфекція може призводити до патологічних змін в організмі рослини. Розвиток інфекційного процесу в організмі ураженої рослини неодмінно пов'язаний зі стресовими реакціями і порушенням їх нормальної життєздатності [1]. Відомо, що при патологічному стані організму відмічається накопичення в тканинах продуктів пероксидного окислення ліпідів, що супроводжується порушенням функцій ряду ферментативних систем [9]. Для повноцінного уявлення про проходження ПОЛ в тканинах необхідно визначати вміст дієнових кон'югатів (ДК-початковий продукт пероксидного окислення) та малонового диальдегіду (МД-кінцевий продукт), а також протилежного процесу – загальної антиоксидантної активності (АОА) у тканинах.

Метою роботи була оцінка ступеня розвитку стрес-реакцій у трансгенних рослин тютюну *Nicotiana tabacum* L з геном *ifn-a2b* людини під дією фітовірусної інфекції, викликаною вірусом тютюнової мозаїки, за показниками ПОЛ та АОА.

Матеріал і методи досліджень

В дослідженнях були використані рослини *Nicotiana tabacum* сорту *Petit Havana* з геном *ifn-a2b* людини, які отримані нами раніше. Дослідні рослини переносили в стерильний ґрунт для подальшого росту за тепличних умов при температурі 24°C та 16-годинному освітленні. Вірусомісний матеріал отримували шляхом механічного розтирання уражених листків рослин тютюну з симптомами вірусної інфекції. Отриманий матеріал був інокульований в рослину механічним втиранням в листову пластинку рослин. Визначення присутності вірусу в рослині проводили візуально за зміною морфології листя, а саме його деформації та утворення хлоротичних плям.

Для визначення дієнових кон'югатів дослідний матеріал розтирали в 0,1 М фосфатному буфері (рН 7,4), осад ресуспендували в тому ж буфері. Після цього до розчину додавали суміш гептану з ізопропіловим спиртом 1:1. Отриману суміш центрифугували 10 хв. при 4000g. Після центрифугування додавали дистильовану воду у співвідношенні 1/10 об'єму, розчин перемішували та відбирали гептанову фазу у кількості 1 мл. До неї додавали етиловий спирт (5 мл). Оптичну густину вимірювали на спектрофотометрі СФ-26 при 233 нм в кварцових кюветах з ходом променя 10 мм.

Малоновий диальдегід визначали з матеріалу, отриманого за вище описаним методом. Гомогенат листя осаджували 5% трихлороцтовою кислотою та центрифугували 10 хв. при 4000g. Надосадову рідину переносили у пробірки і додавали 0,8% тіобарбітурову кислоту та нагрівали на водяній бані 10 хв. при температурі 100°C. Оптичну густину розчину вимірювали на спектрофотометрі СФ-26 при 532 нм в кварцових кюветах з ходом променя 1 см.

Для визначення загальної антиоксидантної активності до отриманих дослідних зразків (метод отримання див. вище) додавали 0,2 мл 10мМ розчину 2-дезоксирибози, 0,2 мл 0,1 мМ розчину комплексу Fe²⁺/EDTA та 0,2 мл 30% H₂O₂. Отриманий розчин доводили фосфатним буфером до об'єму 2мл. Суміш інкубували 4 год. при +37°C. Після інкубації додавали 1мл 2,8% розчину трихлороцтової кислоти і 1мл 1% розчину тіобарбітурової кислоти в 50мМ розчині NaOH. Суміш нагрівали протягом 10 хв. при 100°C. Виміри оптичної густини проводили при довжині хвилі 532 нм на спектрофотометрі СФ-26.

Вміст ліпідів у рослинах визначали за стандартною методикою за допомогою набору реагентів «Загальні ліпіди» (Філісіт Діагностика, Україна).

Для обробки статистичних даних використовували пакет програм MS Excel 2003.

Результати досліджень та їх обговорення

В ході проведених раніше досліджень нами було отримано трансформовані рослини *Nicotiana tabacum* L. сорту *Petit Havana* що несуть цільовий ген *ifn-α2b* людини та селективний ген *nptII*. Після ПЛР аналізу було підтверджено наявність цільового та селективного генів та їх транскрипцію. З метою оцінки стрес-стійкості рослин було відібрано та інфіковано їх трансформовані лінії. Візуально детектовано симптоми вірусного ураження рослин.

Після фіксації симптомів та проведення ЗТ-ПЛР аналізу на наявність вірусного РНК продукту, відбирали уражене листя дослідних рослин для проведення аналізів для визначення продуктів ПОЛ та АОА.

Трансформація призводила до підвищення вмісту первинного продукту ПОЛ дієнових кон'югатів (ДК). Вміст ДК в нетрансформованих неінфікованих рослинах становив $0,63 \pm 0,016$ мкМ/мг ліпідів, в той час як в рослинах з геном інтерферону вміст цих сполук склав від $1,08$ до $1,8 \pm 0,06$ мкМ/мг ліпідів (рис. 1). Очевидно, що, за даним показником трансформовані рослини знаходились в стресовому стані, вірогідно викликаного трансгенезом. Після інфікування вірусом тютюнової мозаїки спостерігалися зміни у вмісті ДК у тканинах листя тютюну. В нетрансформованих інфікованих рослинах відмічено збільшення вмісту ДК з $0,63 \pm 0,016$ (здорові рослини) до $1,3 \text{ мкМ/мг} \pm 0,04$ ліпідів (інфіковані), а в уражених трансформованих рослинах відмічався зменшення вмісту цих сполук з $1,8 \text{ мкМ/мг} \pm 0,06$ до $0,18 \pm 0,01$ мкМ/мг ліпідів. Відомо, що збільшення вмісту ДК відбувається при початковому розвитку стрес-реакції. Таким чином, в рослинах, які не зазнавали трансформаційних впливів, фітовірусна інфекція спричинювала посилення процесів ПОЛ, активацію метаболічних процесів і загалом розвиток стрес-реакцій. На противагу, у трансформованих рослинах активність ПОЛ знижувалася, відбулося уповільнення накопичення продуктів ПОЛ. Можна припустити, що рівень адаптивної активності у контрольних рослин при наявності фітовірусної інфекції був нижчим, ніж у трансформованих рослинах.

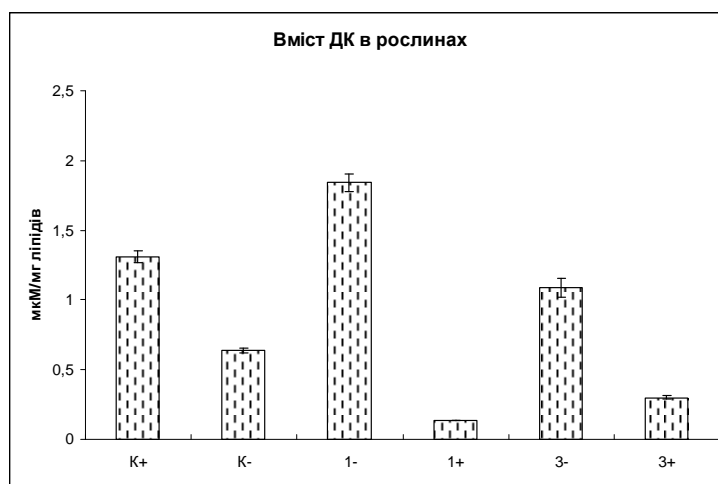


Рис. 1. Вміст ДК в рослинах *Nicotiana tabacum* L. з векторною конструкцією, що несе гени *ifn-α2b* людини та ген *nptII* + інфіковані рослини; — неінфіковані рослини (3, 1 – трансгенні лінії; К контрольні не трансформовані рослини);

При дослідженні накопичення МД в рослинах було, зазначено, що основні тенденції накопичення МД збігаються з тими, що спостерігалися при дослідженні початкового етапу окиснення (рис. 2). Визначено підвищення рівня МД у контрольних нетрансформованих рослинах з $0,2 \pm 0,008$ мкМ/мг ліпідів до інфікування до $0,3 \pm 0,01$ мкМ/г після інфікування, що свідчить про негативний вплив фітовірусу на проходження метаболічних процесів в рослині. Вміст цієї сполуки в трансформованих рослинах був вищим ніж у контролі і становив $0,28-0,33 \pm 0,01$ мкМ/мг ліпідів до інфікування та знижувався до $0,08-0,1 \pm 0,001$ мкМ/мг після інфікування. Ймовірно, зниження

показників накопичення МД було викликано внаслідок розвитку захисних систем організму рослини після перенесення чужорідного гену та посиленням їх адаптаційними можливостей.

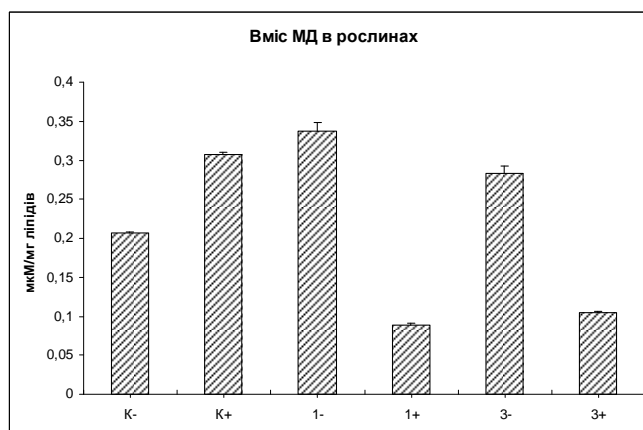


Рис. 2. Вміст МД в рослинах *Nicotiana tabacum* L. з векторною конструкцією, що несе гени *ifn- α 2b* людини та ген *nptII* + інфіковані рослини; — неінфіковані рослини (3, 1 – трансгенні лінії; К)

Дослідження антиоксидантної активності в литтях рослин тютюну показало, що у контрольних рослинах її рівень практично не змінювався при інфікуванні вірусом тютюнової мозаїки (рис 3). АОА цих рослин була на рівні $58 \pm 1,2$ мкМ МД/г сирої маси листя (інфіковані рослини) та $56 \pm 0,2$ мкМ МД/г (неінфіковані рослини). При цьому вона була дещо вища у інфікованих рослин. Нами встановлено, що перенесення гену інтерферону- α 2b людини в геном тютюну призводило до посилення АОА. Так трансгенні неінфіковані рослини характеризувались високою АОА на рівні $40-43 \pm 0,3$ мкМ МД/г, що вище на 23,2-28,5% від АОА нетрансформованих рослин. Це свідчить про те, що інтерферон, який, можливо, синтезується рослинами призводить до розвитку захисних механізмів від процесів перекесного окислення ліпідів, зокрема стимуляцією механізмів протидії ПОЛ.

При інфікуванні трансгенних рослин вірусом тютюнової мозаїки було зазначено, що АОА знижується на 14,8-18,1%. Однак, її рівень залишається вище порівняно, з АОА неінфікованих трансгенних рослин. Механізми та причини підвищеної АОА рослин з геном інтерферону- α 2b потребують подальших досліджень. Необхідно спрямувати подальші дослідження на визначення процесів в трансформованих рослинах, які призводять до розвитку ПОЛ.

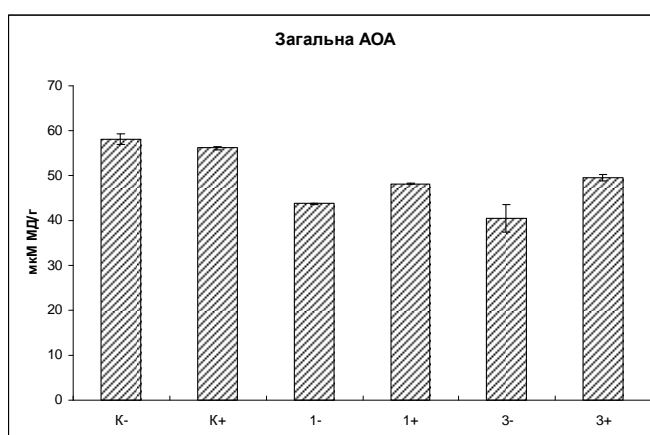


Рис. 3. Загальна АОА в рослинах *Nicotiana tabacum* L. з векторною конструкцією, що несе гени *ifn- α 2b* людини та ген *nptII* + інфіковані рослини; — неінфіковані рослини (3, 1 – трансгенні лінії; К)

Показники вмісту продуктів ПОЛ були переховані на вміст загальних ліпідів в тканинах листків дослідних рослин. Це дозволяє отримати більш адекватні показники вмісту продуктів ПОЛ в клітині рослини. Так у неінфікованих контрольних рослин вміст ліпідів склав $7,1 \pm 0,14$ мг/г сирої маси рослини, а в трансформованих лініях від 4,5 до $10,5 \pm 0,15$ мг/г (рис 4). Після інфікування ВТМ в усіх інфікованих рослин вміст ліпідів збільшився. Так в контрольних інфікованих рослинах вміст ліпідів склав $9,9 \pm 0,24$ мг/г, а в інфікованих трансгенних рослинах їх вміст становив $11,8-19,4 \pm 0,21$ мг/г. Зростання вмісту ліпідів в уражених рослинах можна пояснити зміною в спрямованості метаболічних та біосинтетичних процесах, викликаних фітовірусною інфекцією в організмі. Можливо це також пов'язано з накопиченням фосфоліпідів в клітинній стінці рослин, оскільки саме ці ліпіди посилюють захист організму від зовнішнього втручання.

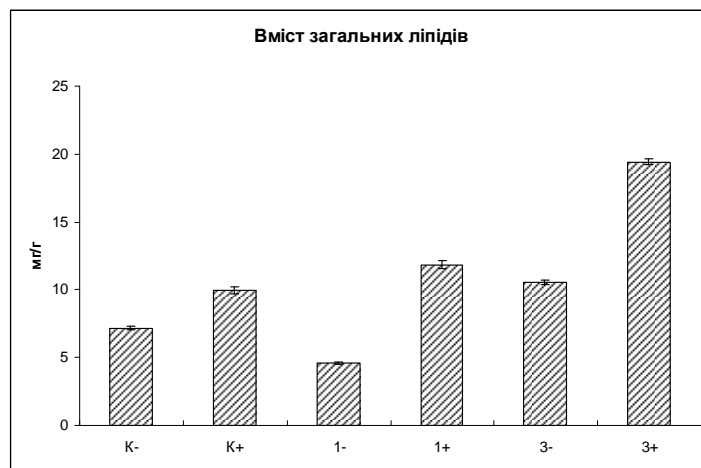


Рис. 4. Вміст загальних ліпідів в рослинах *Nicotiana tabacum* L. з векторною конструкцією, що несе гени *ifn-α2b* людини та ген *nptII* + інфіковані рослини; — неінфіковані рослини (3, 1 – трансгенні лінії; К)

Речовини, що мають антиоксидантну активність відіграють значну роль у послабленні токсичної дії вільних радикалів, які в свою чергу спричиняють різного роду патологічні зміни в організмі. Підвищення рівня антиоксидантної активності рослин сприяє зростанню їх толерантності до дії різних стресових факторів [3, 4]. Зокрема автори зазначають, що на розвиток ПОЛ та АOA впливають цілий ряд негативних факторів, як біотичного так і абіотичного характеру, зокрема солоність, надмірна вологість, важкі метали в ґрунті, посуха та інші. Достеменно встановлено, що зазначенні фактори пригнічують ріст та розвиток рослин, призводять до зниження врожайності та загибелі організму [3]. Рослинні ж організми під дією цих чинників для протидії їх негативним ефектам активують свої захисні системи. Основними маркерами розвитку стресу є накопичення МД і ДК [4]. Накопичення цих продуктів в організмі рослин є показником розвитку стресу. Наряду з цим рослини можуть адаптуватися до дії негативних чинників завдяки активації механізмів, які пов'язані з зниженням ПОЛ, а саме для перешкодження оксидантних пошкоджень активуються цикл ферментативних захисних реакцій спрямованих на протидію стресу [3]. Аналізуючи отримані нами дані можна припустити, що в піддослідних трансгенних рослинах, які вирізнялися від контрольних нетрансформованих високим рівнем АOA, спостерігалися тенденції адаптації до стресового фактору, зокрема фітовірусній інфекції. В наслідок чого, можливо, відбувається розвиток толерантності трансформованих рослин до інфекції.

Висновки

Проведені дослідження показали, що в трансформованих рослинах тютюну з геном *ifn-α2b* людини, які не зазнали впливу фітовірусної інфекції викликані ВТМ, відбувається більше накопичення початкового та кінцевого продуктів ПОЛ (ДК і МД) у порівнянні з контрольними нетрансформованими рослинами. В інфікованих рослинах вміст продуктів ПОЛ знижувався. При дослідженні загальної АOA та ліпідів, було визначено, що після інфікування ВТМ в трансформованих рослинах відбувалися процеси накопичення загальних ліпідів та підвищувалася

АОА. Вірогідно, що відбувалася активізація процесів пов'язаних з захистом рослин від дії шкочодчинних факторів. Однак для встановлення більш чіткого розуміння механізмів, які відбуваються в трансгенних рослинах слід провести додаткові дослідження.

1. *Лапикова В.П.* Возможное участие активных форм кислорода в двойной индукции противоифекционных реакций растения / В.П. Лапикова, Л.М. Гайворонская, А.А. Аверьянов // Физиология растений . — 2000. — Т. 47, Вып. 1. — С. 160—162.
2. *Chen F.* The rice 14-3-3 gene family and its involvement in responses to biotic and abiotic stress / F. Chen, Q. Li, L. Sun, Z. He // DNA Res. — 2006.— P. 53—63.
3. *Dai-Yin Chao.* Understanding Abiotic Stress Tolerance Mechanisms: Recent Studies on Stress Response in Rice / Dai-Yin Chao // Journal of Integrative Plant Biology. — 2007. — P. 742—750.
4. *Davey M.* High-throughput determination of malondialdehyde in plant tissues / M. Davey, E. Stals, S. Hippeli, E. Elstner // Journal Biochem. — 2005. — 347 p.
5. *Grant R.* Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective / R. Grant, Urano K., Delrot S., M. Pezzotti // Plant Biology. — 2011. — 163 p.
6. *Hippeli S.* Mechanisms of oxygen activation during plant stress: biochemical effects of air pollutants / S. Hippeli, E. Elstner F. J. // Plant Physiol. — 1996. —P. 249—257.
7. *Kouros Vahdati* Agricultural and Biological Sciences Abiotic Stress - Plant Responses and Applications in Agriculture / Kouros Vahdati, Leslie C. // InTech. —2013. — 410 p.
8. *Mantri N.* Abiotic Stress Responses in Plants Metabolism, Productivity and Sustainability / N. Mantri, E. Pang. — 2012. — 473 p.
9. *Mittler R.* Abiotic stress, the field environment and stress combination / R. Mittler // Plant Science. — 2006. — P. 15—19.
10. *Morel Y.* Repression of gene expression by oxidative stress / Y. Morel, R. Barouki // Biochem. J. — 1999. — P. 481—496.
11. *Nicky J.* The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field / J. Nicky, E. Peter // Journal of Experimental Botany. — 2012. — P. 3523—3543.
12. *Zinn E.* Temperature stress and plant sexual reproduction: uncovering the weakest links / E. Zinn, F. Jeffrey // Journal of Experimental Botany. — 2007. — P. 1959—1968.

А. А. Потрохов

Институт клеточной биологии и генетической инженерии Национальной академии наук Украины

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ *NICOTIANA TABACUM L* С ГЕНОМ *IFN-A2B* ЧЕЛОВЕКА, ИНФИЦИРОВАННЫХ ВИРУСОМ ТАБАЧНОЙ МОЗАИКИ

Исследовано развитие стресс-реакций в трансгенных растений табака *Nicotiana tabacum* с геном *ifn-α2b* человека под действием фитовирусной инфекции, вызванной вирусом табачной мозаики, по показателям ПОЛ и АОА. Для оценки развития ПОЛ было определено накопление начального и конечного продукта, а именно диеновых конъюгатов и малонового диальдегида. Установлено, что после инфицирования вирусом табачной мозаики наблюдались изменения в содержании продуктов ПОЛ в тканях листьев табака. В нетрансформированных инфицированных растениях отмечено увеличение содержания продуктов ПОЛ, а в инфицированных трансформированных растениях отмечался уменьшение содержания этих соединений. При исследовании АОА было показано, что при инфицировании трансгенных растений вирусом табачной мозаики было отмечено, что уровень АОА снижается на 14,8-18,1%. Однако, ее уровень остается выше чем уровень АОА в неинфицированных трансгенных растениях. Вероятно, происходила активизация процессов связанных с защитой растений от воздействия вредоносных факторов.

Ключевые слова: интерферон, вирус табачной мозаики, перекисное окисление липидов

А. О. Potrokhov

Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, National Academy of Sciences of Ukraine

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF TRANSGENIC PLANTS *NICOTIANA TABACUM L* WITH HUMAN *IFN-A2B* INFECTED WITH TOBACCO MOSAIC VIRUS

The degree of stress responses in transgenic tobacco plant *Nicotiana tabacum L* with human *ifn-α2b* gene infected by tobacco mosaic virus was studied. Accumulation of initial and the final product of lipid peroxidation were studied. In infected tissues of tobacco leaves some changes in the content of lipid

peroxidation products were observed. In nontransformed infected plants marked increase in the content of lipid peroxidation products. In the transformed plants was marked reduction of these compounds. Also in infected transgenic plants was noted that AOA was lower on 14,8-18,1% in compare of level AOA control infected plants. However, AOA level remains above compare with AOA uninfected transgenic plants. Probably, there was intensification of processes related to the protection of plants from the effects negative factors.

Keywords: interferon, tobacco mosaic virus, lipid peroxidation

Рекомендує до друку
В. В. Грубінко

Надійшла 29.04.2015

БІОХІМІЯ

УДК 57.083.3 + 616-71 + 543.9

¹О. Ю. ГАЛКІН, 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

РОЗРОБКА ІМУНОАФІННОГО МЕТОДУ ВИДІЛЕННЯ IgE ЛЮДИНИ ІЗ БІОЛОГІЧНИХ РІДИН

У статті представлено результати порівняльних досліджень різних варіантів імуноафінних сорбентів для виділення та очистки IgE людини, а саме: сефарози 6В та золь-гель матеріалів на основі тетраетоксисилану (ТЕОС) та тетраетилсилікату. Експериментально було встановлено оптимальні умови синтезу хроматографічного сорбенту на основі ТЕОС, які забезпечують прийнятні характеристики іммобілізації біологічної речовини, а саме: утворення матриці-сорбента при обробці ТЕОС ультразвуком упродовж 40 хв при температурі 40 °С. Сорбент на основі ТЕОС не поступається за кінетичними характеристиками ефективності іммобілізації моноклональних антитіл сефарозою 6В. Було показано, що більш ефективним є варіант імуноафінної хроматографії із використанням анти-IgE моноклональних антитіл 164Н10 та елюату – розчину 8М сечовини або 4М хлориду магнію. Імунохроматографічні колонки, синтезовані на сефарозі 6В та ТЕОС, характеризуються високими значеннями ступеню вилучення (не менше 95 %) у широкому діапазоні концентрацій IgE людини ($10^{-2} \dots 10^2$ мкг/мл), проте колонка на основі сефарози 6В є менш стабільною при багаторазовому використанні (більше 22 циклів).

Ключові слова: імуноафінна хроматографія, сефароза, алкілсилани, IgE людини

Для виділення та очистки імуноглобулінів звертаються до широкого арсеналу методів молекулярної імунології та біохімії. При цьому всі підходи базуються на застосуванні фізико-хімічних та біологічних властивостей даної групи молекул. Найчастіше використовують наступні відмінності антитіл різних класів від інших молекул, що присутні у сироватці, а саме: молекулярну масу, спорідненість до низки протеїнів (білки А та G), ізоелектричну точку, розчинність за різних умов [1, 23, 24]. На використанні зазначених відмінностей біомолекул базуються методи гель-фільтрації, афінної та іонообмінної хроматографії, діалізу, осадження солями та органічними розчинниками. Більшість підходів, що трапляються у літературі [1, 2, 23, 24], передбачає поєднання декількох методів. Проте багатьом із запропонованих методик бракує чіткості протоколів експерименту, а також адекватних способів контролю чистоти імуноглобулінів. Методи виділення та очистки IgG людини як правило базуються на використанні афінної хроматографії на протеїнах А та G, вони чітко та повно описані у науковій літературі, дають добре відтворювані результати та, на нашу думку, не потребують оптимізації. У той же час, існують різні підходи до очистки та виділення імуноглобулінів людини інших класів (IgE, IgA, IgM): описані різними авторами схеми є багатоетапними, не завжди забезпечують добре відтворюваних результатів, призводять до відчутних втрат

імуноглобулінів, їм бракує чітких методів контролю процесу очистки та кінцевого продукту [1, 2, 17, 19, 23, 24].

Метою роботи було порівняльна характеристика різних імуноафінних сорбентів для виділення IgE людини та розробка відповідної хроматографічної методики.

Матеріал і методи досліджень

Отримання імуноафінного сорбенту на основі сефарози проводили за базовою методикою [9]. 25 мл суспензії сефарози 6В («Sigma», США) промивали водою на скляному фільтрі і переносили в плоскодонну колбу на 100 мл. До сефарози додавали 25 мл 0,5 М карбонатного буферу (рН 11) і 6,25 мл дивінілсульфону («Sigma», США) і струшували на шейкері протягом 80 хв. Активованій носій фільтрували на скляному фільтрі, промивали водою і ресуспендували у 15 мл розчину очищених моноклональних антитіл (МАТ) з концентрацією 5,3 мг/мл в 0,1 М карбонатному буфері (рН 9,2). Суспензію струшували при кімнатній температурі протягом 12 год.

Контроль процесу синтезу імуноафінного сорбенту (ІАС) проводили шляхом вивчення кінетики іммобілізації МАТ на сефарозі. Для цього протягом перших чотирьох годин через кожні 30 хв і через 6 й 12 год після початку іммобілізації з реакційної суміші відбирали по 50 мкл надосадової рідини. Як контрольні зразки використали інтактні МАТ, інкубовані у карбонатному буфері при кімнатній температурі. Після відбору всі проби охолоджували й аналізували методом імуноферментного аналізу (ІФА). Для цього IgE людини сорбували на планшетах для ІФА, вихідні антитіла й відібрані проби розводили і титрували. Після інкубації й промивання вносили антивидовий кон'югат і хромоген, результати враховували спектрофотометрично. За результатами ІФА будували криві залежності значень оптичної густини зразків з реакційної суміші від часу інкубації.

Після завершення синтезу для інактивації груп, що не прореагували, носій відфільтровували, промивали водою й суспендували у 25 мл 0,1 М карбонатного буфера, що містить 1,5 мл етаноламіну, а потім струшували на шейкері протягом 2 год. Сефарозу відфільтровували на скляному фільтрі, промивали водою й суспендували у фосфатному буфері. Приготовлений ІАС зберігали до використання при температурі 4 °С.

Отримання імуноафінного сорбенту на основі кремнійорганічних сполук проводили за базовою методикою [14, 15]. Для отримання золь-гелю сорбенту змішували 0,23 мл алкілсилану, 0,23 мл 0,0025 М соляної кислоти (каталізатор), 0,04 мл 10%-го поліетиленгліколю (ПЕГ-400) при мольному співвідношенні $H_2O:Si = 8:1$. Отриману суміш струшували протягом 1 хв для отримання прозорої однорідної маси. Потім приготований розчин витримували на ультразвукової ванні 30 хв при температурі 20-25 °С. Синтезований прегідролізат використовували як матрицю для введення антитіл на наступному етапі отримання ІАС. Антитіла розводили фосфатно-сольовий буферний розчин, рН 7,2-7,4 (ФСР), до співвідношення 1:100. Потім 0,5 мл антитіл додавали до прегідролізату. Все ретельно перемішували 5 хв і залишали до повного гелеутворення на 10 хв при кімнатній температурі. Отриманий гель промивали 2 мл ФСР. Найкращі характеристики золь-гель матеріалу проявлялися на другий день дозрівання. Потім гель (0,27 г у перерахунку на сухий гель) роздрібнювали і поміщали в стандартну колонку для твердофазної екстракції між двома пористими фільтрами. Отриману ІАК промивали 50 мл ФСР. Гель з іммобілізованими МАТ зберігали під шаром ФСР при температурі 4 °С.

Синтез передколонки. Для одержання передколонки, що дозволяє нівелювати неспецифічну взаємодію компонентів сироватки з ІАС, використали аналогічний носій з іммобілізованими мишачими МАТ, які за результатами ІФА не проявляли активності до IgE людини. Для синтезу передколонки використали високі концентрації МАТ (10 мг/мл) [9].

Гель-фільтрація. Видалення магнію хлориду із препарату IgE здійснювали гель-фільтрацією на колонці 1,5×20 см із сефадексом G-25. Препарат в об'ємі 3-4 мл наносили на гель, елюцію проводили фосфатним буфером зі швидкістю 2 мл/хв. Вихід IgE реєстрували при 280 нм.

Визначення концентрації IgE людини. Концентрацію IgE людини у сироватці визначали за допомогою відповідного ІФА-набору [18].

Імунодифузія за Оухтерлоні. Імунодифузію проводили у 1,25% агаровому гелі, приготовленому на боратному буфері з рН 8,6. Використовували моноспецифічні сироватки проти імуноглобулінів людини різних класів (ЦНІИ вакцин и сывороток им. И.И.Мечникова, Росія). У центральні лунки вносили імунні сироватки, а у периферійні – розчин антигену у серійних розведеннях. Фарбування гелю проводили розчином амідочорного, а відмивку – 2% розчином оцтової кислоти.

Результати досліджень та їх обговорення

У наших попередніх роботах було науково обґрунтовано та розроблено методику неспецифічного виділення та очистки IgE людини, яка базується на молекулярно-ситовій хроматографії [3]. За наявності специфічних імунохімічних реагентів – МАТ до IgE людини – можливо розробляти специфічні методики виділення даного класу імуноглобулінів із біологічних рідин. На попередніх етапах дослідження нами була охарактеризована панель МАТ до IgE людини [4], у т.ч. проведено їх порівняльне епітопне картування, що є важливою передумовою для створення високоефективного методу імуноафінної хроматографії (ІАХ).

У літературі [2, 13, 14] описано чимало прикладів розробки імуноафінних сорбентів. У всіх даних роботах суть описаних розробок адресується до визначення антитіл «захоплення», що забезпечують найкращі характеристики методу, оптимізацію умов специфічної сорбції та десорбції. Разом із тим, майже не приділяється увага вибору носія, який використовується як основа для синтезу ІАС. У більшості робіт як основу сорбенту використовують сефарозу, рідше – сефакрил, мікрогранульовану целюлозу тощо [2, 5, 14, 16, 20]. Як відомо, сефароза являє собою гранульовану агарозу, характеризується більш крупними порами, ніж сефадекс [11]. Дані сорбенти модифікують в залежності від конкретних вимог щодо розділення молекул – змінюють розміри часток та кількість внутрішніх зшивок [6, 7, 8, 10]. У той же час, досягнення сучасної хімії композиційних матеріалів відкривають широкий вибір потенційних носіїв для створення імуноафінних колонок (ІАК) [6, 7, 8, 10]. Найбільш перспективними, на наш погляд, є різні алкілсилани та їх похідні, які характеризуються зручністю отримання на їх основі золь-гелів, термічною та хімічною стійкістю останніх [8]. При виборі алкілсиланів для наших експериментів ми спиралися на дані літератури [6, 7, 8, 10, 14], а також міркування щодо токсичності потенційних продуктів розкладу алкілсиланів різного складу. Оскільки при гідролізі даних сполук можливе вивільнення відповідних спиртів, то відразу відмовилися від використання алкілсиланів, що містять метилову групу. Порівняльні дослідження проводили із використанням як основи для ІАК сефарози 6В та двох алкілсиланів – тетраетоксисилану (ТЕОС) та тетраетилсилікату (ТЕС).

На першому етапі роботи нами було порівняльно досліджено ефективність отримання золь-гель матеріалів на основі ТЕОС та ТЕС. Технологія отримання золь-гелю передбачала проведення двох етапів: утворення золю на основі відповідного алкілсилану та розчину кислоти під впливом ультразвуку; введення (іммобілізація) МАТ до кремнійорганічної матриці. Критеріями оцінки ефективності золь-гель утворення були: оптична прозорість, швидкість дозрівання, характер розчину, рівномірність утворення тримірної структури гелю. При використанні обох прекурсорів – ТЕОС та ТЕС – було отримано швидкодозріваючий стійкий розчин, проте у випадку ТЕС він був майже оптично непрозорим, тому у подальших дослідженнях використовували ТЕОС. Оптимальні часові умови ультразвукового впливу визначали шляхом вивчення параметрів іммобілізації МАТ на матриці, а саме: встановлювали залишкову активність антитіл у реакційному буферному розчині. Дане дослідження для алкілсиланів проводили паралельно із аналогічним дослідженням кінетики іммобілізації МАТ на сефарозі 6В. Зниження титру анти-IgE МАТ 163D12 у ІФА засвідчувало зниження концентрації антитіл у буферному розчині й, відповідно, їх іммобілізації на матриці. При постановці ІФА проби розводили 1:400 та порівнювали із контрольним розчином МАТ (рис. 1).

Отримані результати свідчать про те, що обробка прекурсора для синтезу матриці ІАК ультразвуком упродовж 20 хв не забезпечує утворення гелю, що здатен ефективно іммобілізувати антитіла, у той же час при збільшенні часу ультразвукової експозиції до 40 хв спостерігався доволі прийнятний кінетичний профіль введення МАТ у склад матриці – за 10 год більш ніж 94% антитіл іммобілізувалися на поверхні матриці. У випадку сефарози 6В

іммобілізація антитіл відбувалася дещо швидше – за 5 год у матрицю було введено близько 95% МАТ. Отже, у випадку отримання матриці на основі ТЕОС використовували обробку ультразвуком упродовж 40 хв. при температурі 40 °С. Оскільки під час проведених експериментів обидва варіанти сорбентів демонстрували перспективно прийнятні результати, до подальші дослідження із розробки методики специфічного виділення ІgЕ людини проводили паралельно для двох ІАК – як на основі сефарози 6В, так й на основі ТЕОС.

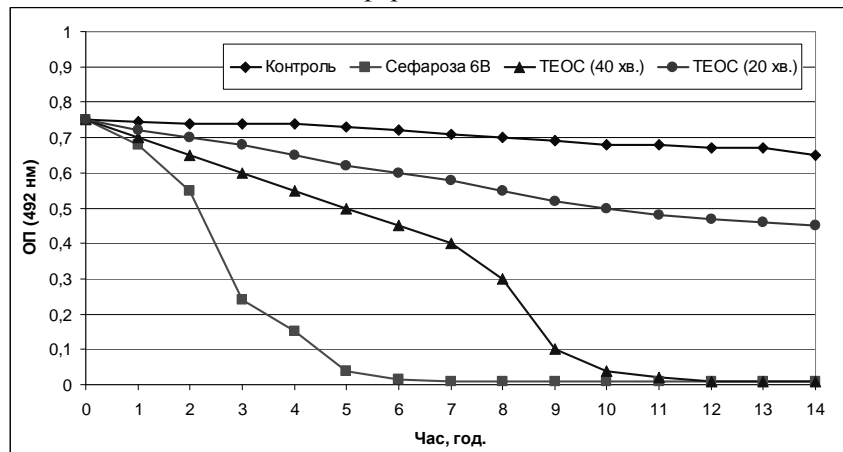


Рис. 1. Порівняльна кінетика іммобілізації МАТ на різних матрицях-сорбентах

Встановлення оптимальних умов проведення ІАХ проводили для хроматографічних колонок із різними матрицями-основами та різними МАТ. Для експериментів використовували МАТ 163D12 та 164Н10, що спрямовані до епітопу Е2 молекули ІgЕ людини та засвідчили найкращі результати при їх використанні як основи імуносорбенту у ІФА для кількісного визначення ІgЕ людини [18].

Порівняльну оцінку різних ІАК проводили за активністю зв'язування ІgЕ сироватки людини та чистотою імуноглобуліну після його елюювання з колонки. Як елюювальний розчин використовували: цитратно-фосфатний буферний розчин (ЦФР), рН 2,0-2,4, 8М розчин сечовини, рН 2,0-2,4 та 4М розчин MgCl₂×6Н₂O. Порівняльна характеристика різних ІАК представлена у табл. 1, а відповідні ступені вилучення ІgЕ людини із розчину при різних варіантах ІАХ на рис. 2.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика різних ІАК

Матриця-сорбент	МАТ	Елюат	№ варіанту	Кількість ІgЕ, що наноситься на ІАК, мкг	Кількість ІgЕ у фракції, що не зв'язалася з ІАК, мкг	Кількість ІgЕ у елюаті, мкг
Сефароза 6В	163D12	ЦФР	1	9,2	1,25±0,04	7,95±0,11
		Сечовина	2	9,2	1,12±0,09	8,06±0,15
		MgCl ₂	3	9,2	1,08±0,07	8,13±0,08
	164Н10	ЦФР	4	9,2	1,02±0,07	8,16±0,21
		Сечовина	5	9,2	1,13±0,05	8,08±0,14
		MgCl ₂	6	9,2	1,15±0,04	8,04±0,15
Тетраетоксисилан	163D12	ЦФР	7	9,2	1,22±0,04	7,98±0,11
		Сечовина	8	9,2	1,15±0,09	8,04±0,10
		MgCl ₂	9	9,2	1,08±0,06	8,10±0,22
	164Н10	ЦФР	10	9,2	0,84±0,04	8,37±0,09
		Сечовина	11	9,2	0,72±0,06	8,45±0,11
		MgCl ₂	12	9,2	0,75±0,03	8,47±0,14

Примітка: представлено середні арифметичні значення результатів трьох циклів хроматографії для кожного з варіантів та стандартне відхилення.



Рис. 2. Ступені вилучення ІgЕ людини із розчину при різних варіантах ІАХ

Отримані результати свідчать про доволі високий рівень вилучення цільового імуноглобуліну із сироватки крові людини. Разом із тим, при використанні МАТ 164Н10 було отримано дещо кращі результати, ніж у аналогічних дослідах із використанням МАТ 163D12. За досліджуваних умов ІАК на основі ТЕОС також засвідчували дещо вищі ступені вилучення ІgЕ. Слід також зазначити, що при проведенні даних експериментів нами було помічено, що об'єм кожного різновиду елюату, необхідний для повної елюції сорбованого імуноглобуліну, відрізняється один від одного; у випадку використання ЦФР для цього навіть потрібно 2 цикли. Отже, більш прийнятними для використання як елюент себе зарекомендували розчини 8М сечовини та 4М $MgCl_2 \times 6H_2O$. Використання ж ЦФР не було доцільним через необхідність проведення декількох етапів елюції сорбованого імуноглобуліну.

Слід зазначити, що співвідношення ІgЕ : загальний білок у елюаті коливалося від 0,77 до 0,84 (варіанти хроматографії 5-6 та 11-12). Такі результати свідчили про наявність неспецифічного зв'язування компонентів сироватки із ІАС. Приклади подібного роду неспецифічної взаємодії білків сироватки та хроматографічної колонки, що містить мишачі МАТ описані й іншими авторами [2, 9, 17, 22]. Найбільш ефективним методом вирішення даної проблеми, на нашу думку, є залучення додаткового етапу хроматографії із використанням сорбенту-матриці, на якій фіксовано мишачі МАТ, що не є специфічними до цільової речовини. Після використання такої «передколонки» вдалося підвищити вміст ІgЕ людини у елюаті до 96-98% (варіанти 5 та 11, табл. 1).

Для оцінки походження білків домішок, що забруднювали елюат у схемі очистки без «передколонки» нами було проведено імунодифузію за Оухтерлоні із сироваткою до ІgG людини. Елюат у варіанті хроматографії без «передколонки» утворював невеликий преципітат із сироваткою до ІgG людини, а у випадку схеми виділення із «передколонкою» такого преципітату не утворювалося. Отже, серед білків, що забруднювали елюат із ІgЕ людини були імуноглобуліни людини класу G, специфічні до мишачих імуноглобулінів. Отримані результати корелюють із даними інших авторів [5, 24], які повідомляли про присутність анти-мишачих антитіл у сироватках крові людей у титрах, що є достатніми для перешкоджання не тільки ефективній терапії МАТ, але й проведенню серологічних тестів із використанням мишачих антитіл.

Для повної оцінки якості синтезованих ІАК необхідно було дослідити наступні їх характеристики: вплив багатократного використання колонки на ступінь вилучення ІgЕ людини, вплив різних концентрацій ІgЕ на ступінь його вилучення із розчину, а також наявність вимивання іммобілізованих МАТ при промиванні колонки різними розчинами.

Для оцінки першої характеристики ІАК із сефарозою 6В та тетраетоксисиланом багаторазово (25 циклів) регенерували та повторювали сорбцію ІgЕ людини із сироватки крові людини із концентрацією даного імуноглобуліну 9,2 мкг/мл (дані експерименти проводили із сироваткою, яку попередньо було пропущено через «передколонку»). Отримані результати засвідчили, що ІАК із сефарозою 6В є дещо менш стабільним сорбентом: за звичайних умов

елюції вже на 14 циклі спостерігається суттєве падіння ступеню вилучення аналіту (до 78%), у той час, як для сорбенту на основі тетраетоксисилану відчутне падіння даного показника (до 75%) було зафіксовано тільки на 19 циклі.

Оскільки синтезовані нами сорбенти можуть використовуватися як у прикладних науково-технічних розробках, так й у фундаментальних дослідженнях у галузі молекулярної імунології, то діапазон концентрацій аналіту у вихідному матеріалі може коливатися у доволі широкому діапазоні. Саме тому доцільним було дослідити залежність концентрації аналіту на ступінь його вилучення. Отримані результати (табл. 2) свідчать про можливість достатньо ефективного вилучення IgE людини навіть із достатньо розведених розчинів для обох різновидів ІАК.

Дослідження наявності вимивання антитіл із ІАК проводили методом адсорбційної УФ-спектроскопії (довжина хвилі 280 нм) при промиванні ІАК десятикратним об'ємом фосфатного буферного розчину та етилового спирту. Отримані результати, засвідчили відсутність вимивання антитіл із колонок обох видів.

Таблиця 2

Залежність ступеню вилучення IgE людини від його концентрації

Об'єм розчину, мл	Концентрація IgE у розчині		Ступінь вилучення, %	
	мкг/мл	МО/мл	Сефароза 6В	ТЕОС
500	0,0092	3,77	71	74
50	0,092	37,7	95	96
10	0,92	377	97	96
1	9,2	3770	96	98
1	20,07	8225	98	98

Утворення матриці-сорбента при обробці ТЕОС ультразвуком упродовж 40 хв при температурі 40 °С. Було доведено, що отриманий за даною схемою сорбент не поступається за кінетичними характеристиками іммобілізації МАТ традиційній сефарозі 6В. Було показано, що більш ефективним (за критерієм ступеню вилучення цільової речовини із розчину) є варіант імуноафінної хроматографії із використанням як антитіл «захоплення» МАТ 164Н10, а як елюат – розчини 8М сечовини або 4М хлориду магнію. У експериментах було доведено, що для зменшення неспецифічної взаємодії компонентів сироватки та імуноафінного сорбенту та, відповідно, підвищення ефективності хроматографічної очистки доцільно використовувати додатковий попередній етап пропускання сироватки через «передколонку» із іммобілізованими мишачими антитілами, що не є специфічними до цільової речовини (IgE людини). Імунохроматографічні колонки, синтезовані на основі різних матриць-сорбентів – сефарози 6В та ТЕОС, – характеризуються високими значеннями ступеню вилучення (не менше 95 %) у широкому діапазоні концентрацій IgE людини (10^{-2} ... 10^2 мкг/мл), проте колонка на основі сефарози 6В є менш стабільною при багаторазовому використанні (більше 22 циклів). Таким чином, алкілсилани, зокрема ТЕОС, є цілком перспективним матеріалом для створення на їх основі хроматографічних колонок.

Висновки

Було проведено порівняльні дослідження різних варіантів імуноафінних сорбентів на прикладі розробки імуноафінної хроматографії для виділення та очистки IgE людини. Окрім традиційно використовуваної сефарози як сорбент були використані золь-гель матеріали на основі тетраетоксисилану та тетраетилсилікату. Показано, що останній є неперспективним для синтезу сорбентів хроматографічного призначення через оптичну непрозорість. Експериментально було встановлено оптимальні умови синтезу хроматографічного сорбенту на основі ТЕОС, які забезпечують прийнятні характеристики іммобілізації біологічної речовини (моноклональних антитіл).

1. *Антитела*. Методы: Кн. 1: Пер. с англ. / Под ред. Д.Кэтти. — М.: Мир, 1991. — 288 с.
2. Галкін О.Ю. Одержання імуноафінного сорбенту та розробка методики специфічного виділення IgM людини / О.Ю. Галкін // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2009. — № 2. — С. 98—102.
3. Галкін О.Ю. Розроблення удосконаленої методики виділення та очистки IgE людини / О.Ю. Галкін // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2013. — № 3. — С. 7—11.
4. Галкін О.Ю. Одержання та дослідження властивостей нових моноклональних антитіл до IgE людини / О.Ю. Галкін, А.А. Савченко, К.І. Нікітіна, О.М. Дуган // Український біохімічний журнал. — 2013. — Т. 85, № 8. — С. 81—87.
5. Гільчук П.В. Імобілізовані одноланцюгові антитіла для афінного очищення рекомбінантного інтерферону альфа-2b людини / П.В. Гільчук, О.В. Окунів, Д.М. Іродов // Біополімери і клітина. — 2006. — Т. 22, № 2. — С. 157—161.
6. *Диагностика наносистем. Многоуровневые фрактальные наноструктуры*. Ч. II / А.П. Шпак, В.В. Шилов, О.А. Шилова, Ю.А. Куницкий. — К.: Академперіодика, 2004. — 112 с.
7. *Золь-гель технология микро- и нанокompозитов: Учебное пособие* / В.А. Мошников, Ю.М. Таиров, Т.В. Хамова, О.А. Шилова. — СПб: Лань, 2013. — 304 с.
8. *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології: зб. наук. пр.* / Редкол.: А.П. Шпак (відп. ред.) та ін. — Т. 2, Вип. 3. — К.: Академперіодика, 2004. — С. 751—1101.
9. Николаенко И.В. Выделение поверхностного антигена вируса гепатита В / И.В. Николаенко, В.С. Гончаренко, Н.Н. Шимко, А.Ю. Галкин // Укр. біохім. ж. — 2007. — Т. 79, № 2. — С. 114—122.
10. *Основы золь-гель-технологии нанокompозитов. Монография* / А.И. Максимов, В.А. Мошников, Ю.М. Таиров, О.А. Шилова. — СПб.: Техномедиа, 2007. — 255 с.
11. *Справочник биохимика* / Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. — М.: Мир, 1991. — 544 с.
12. *Хроматографические методы очистки белков. Учебно-методическое пособие* / А.Н. Ибрагимов, А.Г. Бикмуллин, Д.А. Сатаева и др. — Казань: ФГАОУ ВПО КФУ, 2013. — 48 с.
13. Шевченко Г.В. Выделение и характеристика цитокинин-связывающих и АБК-связывающих белков *Synechocystis* sp. PCC 6803: автореф. дис. ... канд. биол. наук 03.01.05 / Шевченко Г.В. — М., 2011. — 20 с.
14. Юрасов Н.А. Иммуноаффинное концентрирование и тест-определение некоторых полициклических ароматических углеводов и микотоксинов: автореф. дис. ... канд. хим. наук 02.00.02 / Н.А. Юрасов. — Саратов, 2011. — 20 с.
15. Altstein M. Immunochemical approaches for purification and detection of TNT traces by antibodies entrapped in a sol-gel matrix / M. Altstein, A. Bronshtein, B. Glattstein // Anal. Chem. — 2001. — Vol. 73(11). — P. 2461—2467.
16. Bearden J.C., Jr. Isolation of nucleolar DNA-binding proteins by simultaneous, competitive DNA-sephadex affinity chromatography / J.C. Bearden, Jr. // J. Biochem. Biophys. Meth. — 1980. — Vol. 2(1). — P. 37—47.
17. Goding J. Monoclonal antibodies. Principles and practice / J. Goding. — San Diego: Academic press, 1996. — 492 p.
18. 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 // Int. J. Immunol. — 2013. — Vol. 1(1). — P. 1—6.
19. Harlow E. Antibodies. A laboratory manual / E. Harlow, D. Lane. — N.-Y.: Cold Spring Harbor, 1988. — 726 p.
20. Islam R. Affinity purification of hen egg lysozyme using sephadex G75 / R. Islam, J. Kite, A.S. Baker // African J. Biotechnol. — 2006. — Vol. 5(20). — P. 1902—1908.
21. Klee G.G. Human anti-mouse antibodies / G.G. Klee // Arch. Pathol. Lab. Med. — 2000. — Vol. 124(6). — P. 921—923.
22. Kricka L.J. Human anti-animal antibody interferences in immunological assays / L.J. Kricka // Clin. Chem. — 1999. — Vol. 45(7). — P. 942—956
23. Kronvall G. A surface component in group A, C, and G streptococci with non-immune reactivity for immunoglobulin G-binding properties / G. Kronvall // J. Immunol. — 1973. — Vol. 111. — P. 1401—1406.
24. Richman D.D. The binding of staphylococcal protein A by the sera of different animal species / D.D. Richman, P.H. Cleveland, M.N. Oxman // J. Immunol. — 1982. — Vol. 128. — P. 2300—2305.

А. Ю. Галкин, Ю. В. Горшун, А. Н. Дуган

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
 Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт городского хозяйства

**РАЗРАБОТКА ИММУНОАФФИННОГО МЕТОДА ВЫДЕЛЕНИЯ IgE ЧЕЛОВЕКА
 ИЗ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ**

В статье представлены результаты сравнительных исследований различных вариантов иммуноаффинных сорбентов для выделения и очистки IgE человека, а именно: сефарозы 6В и золь-гель материалов на основе тетраэтоксисилана (ТЭОС) и тетраэтилсиликата. Экспериментально были установлены оптимальные условия синтеза хроматографического сорбента на основе ТЭОС, которые обеспечивают приемлемые характеристики иммобилизации биологического вещества, а именно: образование матрицы-сорбента при обработке ТЭОС ультразвуком в течение 40 мин при температуре 40 °С. Сорбент на основе ТЭОС не уступает по кинетическим характеристикам иммобилизации антител сефарозе 6В. Было показано, что более эффективным является вариант иммуноаффинной хроматографии с использованием анти-IgE моноклональных антител 164Н10 и элюата – раствора 8М мочевины или 4М хлорида магния. Иммунохроматографические колонки, синтезированные на основе сефарозы 6В и ТЭОС, характеризуются высокими значениями степени извлечения (не менее 95%) в широком диапазоне концентраций IgE человека (10^{-2} ... 10^2 мкг/мл), однако колонка на основе сефарозы 6В менее стабильна при многократном использовании (более 22 циклов).

Ключевые слова: иммуноаффинная хроматография, сефароза, алкилсиланы, IgE человека

O. Yu. Galkin, Yu. V. Gorshunov, O. M. Dugan

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine
 Scientific-Research and Design-Technological Institute of Municipal Economy, Ukraine

**DEVELOPMENT OF IMMUNOAFFINITY METHOD FOR HUMAN IGE ISOLATION
 FROM BIOLOGICAL LIQUIDS**

The results of comparative studies of different immunoaffinity sorbents for the isolation and purification of human IgE have been represented (Sephарose 6B, and sol-gel materials based on tetraethyl orthosilicate (TEOS) and tetraethyl silicate. It has been experimentally determined the optimum conditions of synthesis of chromatographic sorbent based on TEOS, which provide acceptable properties for immobilization of biological substances, namely the creation of sorbent matrix while processing TEOS ultrasound for 40 min at 40 °C. Sorbent based on TEOS not inferior to the monoclonal antibodies immobilization kinetic characteristics of sephарose 6B. It was shown that more effective is immunoaffinity chromatography using an anti-IgE monoclonal antibody 164H10 and eluate – 8M solution of urea or 4 M magnesium chloride. Immunochromatographic column synthesized on sephарose 6B and TEOS, characterized by high values of the degree of withdrawal (not less than 95%) in a wide range of concentrations of human IgE (10^{-2} ... 10^2 mg/ml), however sephарose 6B-based column is less stable after repeated use (more than 22 cycles).

Keywords: immunoaffinity chromatography, sephарose, alkylsilanes, human IgE

Рекомендує до друку

Надійшла 27.05.2015

О. Б. Столяр

ОГЛЯДИ

УДК 574.5(285.33:477.41)(001.891)

Л. О. ГОРБАТЮК

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

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА В РЕТРОСПЕКТИВІ ТА НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ (ОГЛЯД)

В статті узагальнено літературні відомості щодо основних результатів багаторічних гідроекологічних досліджень Канівського водосховища.

Ключові слова: Канівське водосховище, водна екосистема, гідроекологічні дослідження, гідробіонти, токсиканти

Канівське водосховище, заповнене у 1974-76 рр., є наймолодшим в каскаді дніпровських водосховищ. Його проект обговорювався із залученням кращих фахівців-гідробіологів, а Інститут гідробіології НАН України надав прогноз з рекомендаціями, завдяки яким було частково збережено заплаву Дніпра, унікальну за своєю структурою, та не повністю пригнічено процеси самоочищення [26].

В цій статті систематизовано і узагальнено результати і здобутки різних напрямів багаторічних гідроекологічних досліджень Канівського водосховища, зокрема оцінено сучасний стан і місце у цьому комплексі еколого-токсикологічних досліджень, та виокремлено серед них ті проблеми, що нині вимагають серйозної уваги.

З моменту створення Канівського водосховища величезна увага приділялася дослідженню гідрологічних процесів і умов формування його гідрологічного режиму [8, 96, 100, 116], зокрема: особливостям цього режиму для київської ділянки [98], проблемам регулювання вмісту кисню у воді в зимовий [99] і літній період [97], моделюванню течій при екологічних оцінках і прогнозах [101], особливостям термічного режиму [5]; гідролого-екологічним аспектам режиму сонячної енергії [116] тощо.

На дніпровських водосховищах, і Канівському зокрема, в силу проблем, пов'язаних з "цвітінням" води, увагу дослідників насперед було звернуто на оцінку впливу динаміки вод на функціонування фітопланктону [65, 120, 124], особливо – синьо-зелених водоростей [34, 35, 79, 119].

Для адекватної оцінки сучасного стану екосистеми Канівського водосховища структурно-функціональні характеристики фітопланктону, на думку фахівців, є найбільш інформативним [125, 127]. Низка робіт присвячена дослідженню його видового різноманіття, що постійно систематизується і уточнюється [46, 47, 69, 134], в тому числі під впливом гідрологічного режиму [67], антропогенних чинників [57, 118, 128], за дії підвищених концентрацій біогенів [38], а також особливостям структурної організації [48, 49, 58], сезонної та просторово-часової динаміки [121, 122], зокрема за аномальних температурних умов [126],

напрямам сукцесійних перетворень [123], ролі фітопланктону у формуванні самоочисного потенціалу і якості води [124].

Для характеристики екологічної ситуації у Канівському водосховищі значну увагу було приділено дослідженню мікрофітобентосу як чутливому біоіндикатору стану екосистеми [64]. Виділено типові альгоценози мікрофітобентосу [12, 14, 135], зокрема залежно від характеру донних ґрунтів і гідродинамічних чинників [30, 63], досліджено його видовий склад, кількісні показники та закономірності розподілу в зоні можливого впливу Канівської ГАЕС [112], продукційно-деструкційні характеристики [136], охарактеризовано сукцесію за період від початку зарегулювання середнього Дніпра донині [137]. Встановлено, що постійно присутні і часто у формуванні екологічного стану водосховища найсуттєвішу роль відіграють алохтони: планктонні водорості, внесені з Київського водосховища і р. Десна і осілі на дно, а також перифітони, які формують епіфітні угруповання водоростей на вищих водяних рослинах [14].

Науковцями ІГБ НАН України вперше узагальнено та проаналізовано багаторічні оригінальні дані щодо видового складу водоростей епіфітону в обростаннях зелених нитчастих водоростей у водосховищах дніпровського каскаду [115]. Всього за період досліджень (1988-2007 рр.) найбільшу кількість видів (71) зареєстровано у Канівському водосховищі [110]. Ретельне вивчення видового складу та екологічних характеристик фітоепіфітону річкової [92, 93] та озерної [94] ділянки Канівського водосховища показало, що найбільше видове різноманіття властиве обростанням занурених рослин [95].

У зв'язку із зарегулюванням Дніпра і будівництвом різних гідротехнічних споруд суттєво зросла роль водоростей, які вегетують на твердому неорганічному субстраті. До початку робіт з їх вивчення, ініційованих фахівцями ІГБ НАН України, дані про водорості перифітону Канівського водосховища були практично відсутні. Досліджено їх видовий склад та інтенсивність розвитку, показано, що фітоперифітон в Канівському водосховищі представлений угрупованнями з домінуванням синьозелених, зелених нитчастих і червоних водоростей [111]. Встановлено, що розподіл водоростей перифітону значною мірою залежить від типу субстрату [113], а формування угруповань – від рухливості води [114]. Всього за період багаторічних досліджень в Канівському водосховищі виявлено 198 видів водоростей перифітону, що належать до 11 груп [109].

Важлива роль у комплексі досліджень Канівського водосховища приділялася процесам формування вищої водної рослинності [81]. Ретельно вивчено склад і розподіл вищої водної рослинності на різній відстані від греблі, в основному руслі і деяких елементах придаткової мережі [17, 28], механізми функціонування спільнот занурених рослин залежно від режиму роботи Київської ГЕС [104, 105], роль домінуючих видів занурених рослин і фітоепіфітону у формуванні продукції органічної речовини [103]. На річковій ділянці водосховища як в основному руслі, так і в придатковій мережі, макрофіти вегетують дуже інтенсивно [14]. При невеликих швидкості течії і глибині розвиваються переважно угруповання рослин з плаваючим листям. На ділянках руслової частини водосховища переважають угруповання занурених макрофітів [102]. Якщо у перші роки після створення водосховища формування рослинності в основному залежало від характеру вихідних біотопів, особливостей заповнення частини водойми, резервного фонду рослин, то у подальшому провідну роль починають відігравати гідрологічні умови, які визначаються будовою заплави, режимом експлуатації і формами антропогенного впливу [106].

Невід'ємною частиною гідроекологічних досліджень Канівського водосховища були мікробіологічні дослідження. В цілому основні закономірності функціонування бактеріальної спільноти у водосховищах дніпровського каскаду були узагальнені у монографіях [56, 81]. Виявлено, що процес формування мікробіологічного режиму Канівського водосховища має свої особливості. Для верхньої ділянки водосховища характерна висока варіабельність концентрації планктонних бактерій [133]. Надходження води притоків з урбанізованих територій може істотно впливати на чисельність планктонних бактерій і на характер їх сукцесії [11]. Зменшення кількості планктонних бактерій порівняно з кінцем 1990-х років компенсувалося збільшенням їх функціональної активності. За минулі роки відбулося

зменшення витрат на дихання асимільованої бактеріопланктоном енергії, підвищення його продуктивності та екологічної ефективності [10]. Локально, в зонах найбільшого антропогенного впливу, метаболізм бактерій пригнічується і деструкція органічної речовини знижується [131, 132].

Величезну увагу було приділено дослідженню водної фауни, зокрема основних груп планктонних, донних, фітофільних та інших безхребетних і риб Канівського водосховища в процесі становлення його біологічного режиму після зарегулювання стоку. Результати цих досліджень увійшли складовою частиною до монографій [4, 18, 27, 89], та відображені в численних фахових публікаціях [32, 50, 51, 52, 53, 55, 78]. Проведені спеціальні комплексні дослідження для з'ясування впливу поверхневого стоку м. Києва на структурно-функціональні характеристики біоти київської ділянки Канівського водосховища [75].

Встановлено, що головним джерелом надходження зоопланктону до Канівського водосховища є водні скиди з вище розташованого Київського водосховища. Зоопланктон пелагіалі характеризується великим різноманіттям, зумовленим біотопічним різноманіттям акваторії водоймища [70]. Вплив Десни при високому рівні розвитку зоопланктону Канівського водосховища проявляється в його невеликому розбавленні майже без зміни видового складу та структури. Гирло Десни можна вважати екотоном між різними екосистемами річки і водосховища [129]. Стік р. Либідь фактично не впливає на зоопланктон, не зважаючи на високий ступінь забруднення її води, вона знешкоджується в результаті самоочисних процесів [71, 72]. Вивчення часової динаміки пелагічного зоопланктону Канівського водосховища виявило постійні флуктуації більшості його параметрів, що відображають стан його динамічної рівноваги [73].

У складі зоофітосу київської ділянки Канівського водосховища виявлено близько 100 видових і внутрішньовидових таксонів, зокрема 11 рідкісних і 4 вразливих види. Досліджено динаміку різноманіття і функціонального стану фітофільних безхребетних як реакцію на погіршення умов існування і показано, що у відповідь на дію несприятливих чинників відбувся спалах чисельності окремих толерантних форм [36].

Проведений аналіз виявив, що більша стійкість екологічної структури притаманна угрупованням мікрозообентосу умовно "чистих" ділянок водосховища. Збільшення рівня забруднення веде до регресу екологічної структури угруповань, число видів зменшується, знижується їх представленість, спрощується просторова структура [54].

Показано [77], що формування і розвиток угруповань донних безхребетних Канівського водосховища відбувається відповідно до концепції стадійності розвитку зообентосу рівнинних водосховищ. У складі донної фауни зареєстровано 209 видів безхребетних, серед яких кількість видів понто-каспійського комплексу протягом тридцяти років збільшилася з 4 до 22. Сукцесійні перетворення угруповань макрозообентосу Канівського водосховища на біотопах різного типу носять поліваріантний характер [76].

Основні закономірності та загальні риси формування іхтіофауни, рибогосподарське освоєння і шляхи підвищення рибопродуктивності Канівського та решти дніпровських водосховищ за період від 50-х рр. до кінця 80-х рр. XX ст. були добре висвітлені у фаховій літературі [4, 74, 83, 84, 90, 87, 31], а видовий склад і ценотична характеристика іхтіофауни досліджується і уточнюється постійно [1, 85, 108]. На сучасному етапі основу кормової бази риб водосховища визначають зоопланктонні та макрозообентосні угруповання [37]. В умовах трансформації водної екосистеми водосховища стан популяцій деяких видів риб може слугувати чутливим індикатором сукцесії [107].

З перших років існування Канівське водосховище стало об'єктом глибоких гідрохімічних досліджень, присвячених, в тому числі, з визначенням вмісту, форм знаходження, акумуляції і міграції важких металів та інших елементів у воді і донних відкладах, а також гумусових речовин, органічних комплексних сполук та їх ролі у процесах міграції, та інших аспектів, що відображено як у фундаментальних роботах 80-90-х років XX ст. [8, 13, 15, 59, 80], так і у подальших фахових публікаціях [19, 20, 29, 39, 40, 42, 44, 68, 117].

Показано, що зв'язування важких металів у комплекси з розчиненими органічними речовинами або їх адсорбція на завислих частинках є основною причиною низького вмісту вільних йонів як однієї з найбільш токсичних форм [43]. Серед причин погіршення якості води в Канівському водосховищі основну увагу акцентовано на виявленні джерел підвищення концентрацій гумусових сполук, марганцю та заліза у воді [41].

Одним з визначальних чинників якості води є донні відклади, дослідження яких почалося з моменту створення водосховища [60]. В подальшому роботи були спрямовані на детальне вивчення основних закономірностей формування їх складу, участі в колообігу речовин та ролі в екосистемі водосховища [15, 61, 62].

Особливе місце в післячорнобильський період належить радіоекологічним дослідженням екосистеми водосховища [82]. В центрі уваги було радіаційне забруднення води, донних відкладів та прибережної водної екосистеми, динаміка накопичення радіонуклідів у водяних рослинах, молюсках та рибі [6, 7, 21-25, 80]. Згідно з останніми даними, доля техногенних радіонуклідів “чорнобильського” походження в сумарній бета-активності води Канівського водосховища становить понад 30% [130].

Основна частина верхньої ділянки водосховища довжиною 43 км розташована в межах м. Києва, прилеглої до міста інфраструктури та рекреаційної зони. Специфічні умови, що визначають її функціонування, важлива роль її еколого-токсикологічного стану та необхідність врахування потужного антропогенного пресу з боку мегаполісу – м. Києва, дозволяють виділити її й розглядати як окрему водну екосистему [127].

У 1996-98 рр. на київській ділянці Канівського водосховища науковцями ІГБ НАН України здійснені комплексні натурні дослідження [88], згідно яких основними проблемами, що виникають на цій ділянці, визнані погіршення екологічного стану водосховища та зниження його здатності до самоочищення унаслідок інтенсивного антропогенного навантаження м. Києва. Авторами виділено основні особливості цієї ділянки, а саме: відсутність затоплення заплави Дніпра; значні коливання швидкості течії і рівня води протягом доби, зумовлені попусками Київської ГЕС; переважний вплив стокової течії на загальну динаміку вод; обмежений розвиток вітро-хвильових процесів; формування в зимовий період ополонки; антропогенне забруднення скидами побутових і промислових стічних вод. Найкрупнішими є Дарницький скид, р. Либідь, приток підігрітих вод Київської ТЕЦ-5 і Бортницький скид на 34-му км від Київської ГЕС.

З'ясовано, що стан екосистеми основного русла і водойм придаткової мережі залежить головним чином від об'ємів попусків і режиму роботи Київської ГЕС. У зв'язку з цим основним шляхом його регулювання фахівці вважають обмеження льодоставу як на самій ділянці, так і у водосховищі в зимовий період, а в літню межень – збільшення об'ємів попусків Київської ГЕС до максимально можливого рівня для посилення водообміну між основним руслом та водоймами придаткової системи [88]. Як показали розрахунки, для забезпечення благополучного еколого-санітарного стану екосистеми річкової ділянки Канівського водосховища сумарний середньодобовий попуск Київської ГЕС має становити 750 м³/с [66].

Особливості гідрологічного режиму верхньої частини Канівського водосховища призводять до такого напрямку еволюції екосистеми, який нагадує циклічну екологічну сукцесію. Її ознаки досить чітко притаманні різним угрупованням гідробіонтів, а прояв на рівні екосистеми забезпечує імпульсно-стабілізований стан функціонування. Тому, незважаючи на вплив природних та антропогенних чинників, біологічні механізми обумовлюють велике біорізноманіття, продукційний потенціал та стійкість біоти екосистеми верхньої ділянки Канівського водосховища [132]. В результаті інтенсивного перебігу процесів самоочищення в ньому зберігається динамічна рівновага в надходженні і розкладанні органічних речовин, що дозволяє нейтралізувати наслідки значного антропогенного впливу [125].

Якість і біологічну повноцінність води Канівського водосховища не в останню чергу визначають процеси надходження, міграції і трансформації токсичних речовин різної хімічної природи. Якщо питання про надходження і акумуляцію у воді і мулах біогенних і деяких мінеральних елементів, а також роль важких металів (одного з основних токсикантів) були і

залишаються предметом детального вивчення, то комплексним науковим дослідженням з оцінки еколого-токсикологічного стану водосховища приділялося значно менше уваги. Восанне такий комплекс робіт виконувався фахівцями ІГБ НАН України у 1992-96 рр. Отримані експериментальні дані щодо вмісту пестицидів ДДТ (та його метаболітів) і ГХЦГ, що на той час були виявлені у донних відкладах річок Либідь, Стугна і Красна, які впадають у Канівське водосховище, та пригреблевій ділянці. Найвищий вміст нафтопродуктів (1,5-2,0) ГДК) відмічено у воді в районі Бортницького каналу, нижче р. Десна та в районі м. Ржищів. Концентрація СПАР практично в усіх точках не перевищувала ГДК, а летких фенолів – лише в районі Бортницького скиду та пригреблевій ділянці. Визначено також вміст ртуті у воді та донних відкладах. Охарактеризовано токсичність донних відкладів методом біотестування, досліджено акумуляцію пестицидів і важких металів в тканинах риб і безхребетних. Основні результати цих досліджень опубліковано в роботах [2, 33, 86].

Аналіз вмісту йонів важких металів у воді, донних відкладах, органах і тканинах (зябра, м'язи, печінка, нирки) одновікової групи плітки, ляща, плоскирки, карася дніпровських водосховищ, і Канівського зокрема, у порівнянні з 1985 р. показав значний ступінь забруднення вказаних об'єктів, який пов'язують з впливом промислового стоку м. Києва [45].

Відомості про вміст основних токсикантів, джерела їх надходження та перелік основних підприємств-забруднювачів Канівського водосховища узагальнено в статистичних даних Держводгоспу України та матеріалах ВАТ "Укрводпроект". Підкреслюється, що дотепер основним джерелом забруднення вод Канівського водосховища залишається Бортницька станція аерації та підприємства комунального господарства [91].

Результати моніторингу екологічного стану водних об'єктів басейну Дніпра, виконані фахівцями Центральної геофізичної обсерваторії МНС України за період 2004-2009 рр., засвідчили стабільно високий рівень забруднення Канівського водосховища важкими металами та окремі випадки значного забруднення нафтопродуктами і фенолами [9].

Висновки

Отже, якщо традиційні гідробіологічні дослідження Канівського водосховища з охопленням всіх основних компонентів біоти в центрі уваги науковців постійно були, то комплексні роботи в еколого-токсикологічному напрямку проводилися досить давно. За цей час відбулися певні зміни складу, структурної організації і функціональної активності біоти, значно розширився перелік деяких токсикантів (пестицидів, СПАР тощо), які можуть потрапити у водойму і які не визначалися і не враховувалися в попередніх екологічних оцінках, суттєвих змін зазнала і структура основних джерел забруднення водосховища, значно посилюється антропогенний прес на водойму з боку мегаполісу – м. Києва [3]. А отже, з'ясування характеру і особливостей токсичного забруднення водної екосистеми Канівського водосховища та оцінка його екологічно ризику для гідробіонтів на сучасному етапі не втратили своєї актуальності.

1. *Алексієнко М.В.* Видовий склад і розподіл молоді риб літоральної зони Канівського водосховища / М.В. Алексієнко, В.М. Трохимець, В.Р. Алексієнко // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2010. — № 2 (43). — С. 7—9.
2. *Арсан О.М.* Вміст нафтопродуктів у воді водотоків і водойм Києва на початку ХХІ століття / О.М. Арсан, Ю.М. Ситник, Т.М. Шаповал // *Мат-ли VI Міжнар. Водного Форуму "AQUA UKRAINE – 2008"*, 7 – 10 жов. 2008 р., м. Київ. — К.: ТОВ "МВЦ", 2008. — С. 59—60.
3. *Бевза А.Г.* Комплексна оцінка якості стічних вод м. Києва після їх очищення на Бортницькій станції аерації / А.Г. Бевза, В.М. Ісаєнко // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2005. — № 3 (26). — С. 33—35.
4. *Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ* / Зимбалевская Л.Н., Сухойван П.Г., Черногоренко М.И. [и др.]; АН УССР. Ин-т гидробиологии. — К.: Наук. думка, 1989. — 242 с.
5. *Вандюк Н.С.* Термический режим Каневского водохранилища как один из важных абиотических факторов функционирования его экосистемы / Н.С. Вандюк // *Гидробиол. журн.* — 2013. — Т. 49, № 4. — С. 94—106.
6. *Волкова Е.Н.* Динамика содержания ¹³⁷Cs в гидробионтах днепровских водохранилищ / Е.Н. Волкова, В.В. Беляев, О.Л. Зарубин и др. // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2005. — № 3 (26). — С. 66—68.

7. Волкова Е.Н. Особенности формирования дозовых нагрузок на рыб Каневского водохранилища / Е.Н. Волкова, В.В. Беляев, О.Л. Зарубин, В.А. Костюк // Ядер. физика та енергетика. — 2010. — 11, № 1. — С. 82—85.
8. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / [Денисова А.И., Тимченко В.М., Нахшина Е.П. и др.]; АН УССР. Ин-т гидробиологии. — К.: Наук. думка, 1989. — 216 с.
9. Гірій В.А. Динаміка забруднення водних ресурсів басейну Дніпра на початку ХХІ століття / В.А. Гірій, І.А. Колісник, О.О. Косовець, Т.О. Кузнцова // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2010. — Т. 4 (21). — С. 134—141.
10. Головка Т.В. Особенности функционирования бактериопланктона верхнего участка Каневского водохранилища на современном этапе его существования / Т.В. Головка, В.М. Якушин, Н.И. Тронько // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 5. — С. 90—101.
11. Головка Т.В. Пространственно-временная характеристика бактериопланктона верхней части Каневского водохранилища / Т.В. Головка, Л.И. Багнюк // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 4. — С. 73—81.
12. Давыдов О.А. Альгоценозы микрофитобентоса речного участка Каневского водохранилища // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 129—131.
13. Денисова А.И. Основные направления в изучении круговорота биоэлементов в днепровских водохранилищах / А.И. Денисова, Е.П. Нахшина // Гидробиол. журн. — 1981. — Т. 17, № 2. — С. 114—115.
14. Донная растительность речного участка Каневского водохранилища / [Оксиюк О.П., Давыдов О.А., Дьяченко Т.Н. и др.]. — К.: Ин-т гидробиологии НАНУ, 2005. — 40 с.
15. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды / [Денисова А.И., Нахшина Е.П., Новиков Б.И., Рябов А.К.]. — К.: Наук. думка, 1987. — 164 с.
16. Дубняк С.С. Еколого-гідроморфологічні дослідження дніпровських водосховищ як складова оцінки їх екологічного стану / С.С. Дубняк // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2010. — № 2 (43). — С. 169—172.
17. Дьяченко Т.Н. Макрофиты киевского участка Каневского водохранилища / Т.Н. Дьяченко // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 148—150.
18. Емельянова Л.В. Гаммариды литорали днепровских водохранилищ / Л.В. Емельянова; Ин-т гидробиологии НАНУ. — К.: Наук. думка, 1994. — 144 с.
19. Жежеря В.А. Співіснуючі форми та особливості міграції алюмінію у воді Канівського водосховища / В.А. Жежеря, П.М. Линник // Наук. пр. Укр. н.-д. гідромет. ін-ту. — 2009. — Вип. 258. — С. 114—127.
20. Жежеря Т.П. Содержание и формы нахождения кремния в воде Каневского водохранилища и их связь с развитием фитопланктона / Т.П. Жежеря, А.М. Задорожная, П.Н. Линник // Гидробиол. журн. — 2014. — Т. 50, № 2. — С. 106—116.
21. Зарубин О.Л. Накопление ^{137}Cs голавлем *Leuciscus cephalus* (L.) / О.Л. Зарубин // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 2. — С. 95—107.
22. Зарубин О.Л. Накопление ^{137}Cs сомом обыкновенным *Silurus glanis* (L.) в водоемах Киевской области после аварии на Чернобыльской АЭС / О.Л. Зарубин // Гидробиол. журн. — 2008. — Т. 44, № 1. — С. 91—104.
23. Зарубин О.Л. Особенности содержания ^{137}Cs у различных видов рыб Каневского водохранилища на современном этапе / О.Л. Зарубин, И.А. Малюк, В.А. Костюк // Гидробиол. журн. — 2009. — Т. 45, № 5. — С. 110—116.
24. Зарубин О.Л. Радіонуклідне забруднення Канівського водосховища і прибережних наземних екосистем / О.Л. Зарубин, Н.С. Зарубина // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2010. — № 2 (43). — С. 201—203.
25. Зарубин О.Л. Четыре этапа динамики содержания ^{137}Cs в густере Каневского водохранилища / О.Л. Зарубин, Е.Н. Волкова, В.В. Беляев и др. // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 165—167.
26. Зимбалева Л.Н. Гидробиологические исследования Днепра и его водохранилищ / Л.Н. Зимбалева // Гидробиол. журн. — 1990. — Т. 26, № 3. — С. 9—21.
27. Зимбалева Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ / Л.Н. Зимбалева — К.: Наук. думка, 1981. — 214 с.

28. *Иванова И.Ю.* Ландшафтно-ценогический анализ растительного покрова Каневского водохранилища / И.Ю. Иванова, Т.Н. Дьяченко, Е.А. Набатова // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35, № 2. — С. 26—35.
29. *Ігнатенко І.І.* Сезонна динаміка вмісту та форм знаходження молібдену у воді скидного каналу ТЕЦ № 5 / І.І. Ігнатенко // Наук. пр. Укр. н.-д. гідромет. ін-ту. — 2011. — № 260. — С. 146—157.
30. *Карпезо Ю.И.* Водоросли прибрежных песков верхнего участка Каневского водохранилища (Украина) / Ю.И. Карпезо, О.А. Давыдов // Альгология. — 1999.—Т. 9, № 2. — С. 55.
31. *Коваль Н.В.* Условия обитания, распределения и численности молоди промысловых рыб Каневского водохранилища / Н.В. Коваль. — К.: Ин-т гидробиологии АН УССР, 1985. — 15 с.
32. *Ковальчук Т.В.* Зообентос мелководий Каневского водохранилища в первые годы его заполнения / Т.В. Ковальчук, С.Ф. Матчинская // Гидробиол. журн. — 1981. — Т. 17, № 4. — С. 104—105.
33. *Комплексна оцінка екологічного стану басейну Дніпра* / [Романенко В.Д., Євтушенко М.Ю., Линник П.М. та ін.] — К.: Ін-т гідробіології НАНУ, 2000. — 103 с.
34. *Кондратьева Н.В.* Распределение *Cyanophyta* в Днепре и днепровских водохранилищах. 1. Планктон / Н.В. Кондратьева, Л.А. Сиренко // Альгология. — 1999. —Т. 9, № 1. — С. 100—116.
35. *Кондратьева Н.В.* Распределение *Cyanophyta* в Днепре и днепровских водохранилищах. 2. Бентос и перифитон / Н.В. Кондратьева, Т.Ф. Шевченко // Альгология. — 1999. —Т. 9, № 3. — С. 19—31.
36. *Короткевич Т.Н.* Динамика разнообразия фитофильных беспозвоночных верхней части Каневского водохранилища / Т.Н. Короткевич // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 58—60.
37. *Кружиліна С.В.* Кормова база риб та потенційні біопродукційні можливості водосховищ дніпровського каскаду / С.В. Кружиліна, Г.О. Котовська // Сучасні проблеми теор. та практ. іхтіології: матеріали VI Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., Тернопіль, 9–12 жовт. 2013 р. — Тернопіль: Вектор, 2013. — С. 166—169.
38. *Курейшевич А.В.* Отклик фитопланктона евтрофных водохранилищ на увеличение содержания в воде фосфора и азота / А. В. Курейшевич // Гидробиол. журн. — 2005. —Т. 41, № 4. — С. 3—24.
39. *Линник П.Н.* Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ / П.Н. Линник, Т.А. Васильчук, Н.В. Болелая // Гидробиол. журн. — 1995. — Т. 31, № 2. — С. 74—81.
40. *Линник П.Н.* Органические комплексные соединения железа и хрома в водохранилищах Днепра и их химическая природа / П.Н. Линник, Н.И. Чубарь // Гидробиол. журн. — 1996. — Т. 32, № 6. — С. 61—69.
41. *Линник П.Н.* Причины ухудшения качества воды в Киевском и Каневском водохранилищах / П. Н. Линник // Химия и технология воды. — 2003.—Т. 25, № 4. — С. 384—403.
42. *Линник П.Н.* Роль растворенных органических веществ в миграции цинка, свинца и кадмия в водохранилищах Днепра / П.Н. Линник, И.В. Искра // Вод. ресурсы. — 1997. — Т. 24, № 4. — С. 494—502.
43. *Линник П.Н.* Тяжелые металлы в поверхностных водах Украины: содержание и формы миграции / П.Н. Линник // Гидробиол. журн. — 1999. — Т. 35, № 1. — С. 22—42.
44. *Линник Р.П.* Співіснуючі форми ванадію, феруму, кобальту та купруму у воді водосховищ Дніпра та деяких річок України / Р.П. Линник, О.А. Запорожець // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 246—248.
45. *Литвинова Т.Г.* Фактори накопичення важких металів в екосистемі дніпровських водосховищ / Т.Г. Литвинова, А.П. Мельник, З.А. Стецюк та ін. // Рибне господарство: Міжвід. темат. наук. зб. Вип. 64. Ін-т риб. госп-ва УААН. — К., 2005. — С. 131—143.
46. *Майстрова Н.В.* *Centrophyceae* верхнего участка Каневского водохранилища (Украина) / Н.В. Майстрова, С.И. Генкал, В.И. Щербак, Н.Е. Семенюк // Альгология. — 2007.—Т. 17, № 4. — С. 467—475.
47. *Майстрова Н.В.* Новые флористические находки в планктоне Каневского водохранилища / Н.В. Майстрова // Альгология. — 2002.—Т. 12, № 4. — С. 451—459.
48. *Майстрова Н.В.* Особливості структурного різноманіття фітопланктону київської ділянки Канівського водосховища / Н.В. Майстрова // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 275—277.
49. *Майстрова Н.В.* Структура фитопланктона киевского участка Каневского водохранилища (Украина) / Н.В. Майстрова // Альгология. — 1999.—Т. 9, № 2. — С. 80.
50. *Матчинская С.Ф.* Биология развития олигохет Каневского водохранилища (на примере *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede) / С.Ф. Матчинская, Ю.В. Плигин // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 67—68.

51. *Матчинская С.Ф.* Размножение доминантного вида олигохет *Limnodrilus udekemianus* Clapare в Каневском водохранилище / С.Ф. Матчинская, Ю.В. Плигин // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 69—70.
52. *Матчинська С.Ф.* Особливості структури угруповань олігохет на різних біотопах верхньої ділянки Канівського водосховища / С.Ф. Матчинська // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 284—286.
53. *Матчинська С.Ф.* Сучасний стан угруповань олігохет верхньої частини Канівського водосховища / С.Ф. Матчинська // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 66—67.
54. *Машина В.П.* Мікрозообентос верхньої ділянки Канівського водоймища / В.П. Машина // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 71—73.
55. *Машина В.П.* Трофічна структура вільноживучих нематод верхньої ділянки Канівського водоймища / В.П. Машина, Л.П. Ярмошенко // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 73—74.
56. *Михайленко Л.Е.* Бактериопланктон днепровських водохранилищ / Л.Е. Михайленко. — К.: Наук. думка, 1999. — 298 с.
57. *Михайлюк Т.И.* Влияние антропогенного загрязнения на фитопланктон Каневского водохранилища (Украина). 1. Динамика фитопланктона на станциях с разным уровнем загрязнения / Т.И. Михайлюк, Ю. Каменир, А.Ф. Попова и др. // Альгология. — 2008. — Т. 18, № 1. — С. 37—50.
58. *Михайлюк Т.И.* Особенности структуры фитопланктона участков Каневского водохранилища с разным уровнем загрязнения / Т.И. Михайлюк, А.Ф. Попова, Г.Ф. Иваненко, Р. Кемп // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 306—308.
59. *Нахшина Е.П.* Микроэлементы в водохранилищах Днепра / Е.П. Нахшина. — К.: Наук. думка, 1983. — 158 с.
60. *Новиков Б.И.* Донные грунты Каневского водосховища в период его заполнения / Б.И. Новиков // Гидробиол. журн. — 1980. — Т. 16, № 3. — С. 92—97.
61. *Новиков Б.И.* Донные отложения днепровских водохранилищ / Б.И. Новиков. — К.: Наук. думка, 1985. — 172 с.
62. *Огородников В.И.* Донные отложения Каневского водохранилища и основные закономерности формирования их состава / В.И. Огородников, В.В. Канивец // Вод. ресурсы. — 1995. — Т. 22, № 3. — С. 282—291.
63. *Оксиюк О.П.* Альгоценозы микрофитобентоса водохранилищ Днепра и Днепро-Бугской устьевой области / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 2. — С. 48—70.
64. *Оксиюк О.П.* Микрофитобентос как биоиндикатор состояния водных экосистем / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов, Ю.И. Карпезо // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 5. — С. 75—89.
65. *Оксиюк О.П.* Особенности фитопланктона киевского участка Каневского водохранилища в зависимости от режима работы Киевской ГЭС / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов, Г.В. Меленчук, Ю.И. Карпезо // Гидробиол. журн. — 2000. — Т. 36, № 1. — С. 29—38.
66. *Оксиюк О.П.* Санитарно-гидробиологическая оценка состояния речной части Каневского водохранилища на основе структурных показателей альгоценозов микрофитобентоса / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов, Ю.И. Карпезо // Гидробиол. журн. — 2012. — Т. 48, № 3. — С. 57—72.
67. *Оксиюк О.П.* Формирование видового разнообразия фитопланктона на речных участках днепровских водохранилищ / О.П. Оксиюк, О.А. Давыдов, Г.В. Меленчук // Альгология. — 2005. — Т. 15, № 1. — С. 78—85.
68. *Осадчая Н.Н.* К вопросу о загрязнении вод днепровского каскада органическими веществами / Н.Н. Осадчая, В.И. Осадчий // Вопр. химии и хим. технологии. — 2002. — № 5. — С. 250—253.
69. *Паршикова Т.В.* Развитие фітопланктону у водосховищах та притоках Дніпра в роки високої активності сонця / Т.В. Паршикова, Л.Я. Сіренко, О.Л. Третяков // Укр. ботан. журн. — 2002. — Т. 59, № 2. — С. 197—203.
70. *Пашкова О.В.* Біотопічне різноманіття зоопланктону верхньої частини Канівського водоймища / О.В. Пашкова // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 80—81.
71. *Пашкова О.В.* Вплив бічних приток на зоопланктон пелагіалі верхньої частини Канівського водосховища / О.В. Пашкова, О.Б. Примак // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 347—349.

72. Пашкова О.В. Зоопланктон пелагиали Каневского водохранилища и особенности его пространственно-временного распределения / О.В. Пашкова // Гидробиол. журн. — 2007. — Т. 43, № 1. — С. 3—23.
73. Пашкова О.В. Механизмы и особенности функционирования пелагического зоопланктона равнинного водохранилища (на примере верхней части Каневского водохранилища на р. Днепр) / О. В. Пашкова // Гидробиол. журн. — 2013. — Т. 49, № 5. — С. 34—53.
74. Пикуш Н.В. К оценке рыбопродуктивности днепровских водохранилищ / Н.В. Пикуш, П.Г. Сухойван // Гидробиол. журн. — 1978. — Т.14, № 4. — С. 49—51.
75. Плигин Ю.В. Влияние поверхностного стока на биоту Каневского водохранилища в районе г. Киева и рекомендации по его очистке / Ю.В. Плигин, В.И. Щербак, О.М. Арсан и др. // Матер. междунар. науч.-практ. конф. "Экология городов и рекреационных зон". — Одесса: Астропринт, 1998. — С. 272—277.
76. Плигин Ю.В. Сукцессии сообществ макрозообентоса водохранилища под влиянием природных и антропогенных факторов / Ю.В. Плигин, С.Ф. Матчинская // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 83—84.
77. Плигин Ю.В. Формирование и современное состояние макрозообентоса Каневского водохранилища / Ю. В. Плигин // Гидробиол. журн. — 2005. — Т. 41, № 5. — С. 24—44.
78. Плігін Ю.В. Стійкість угруповань макрозообентосу рівнинного водосховища та механізми її забезпечення / Ю.В. Плігін // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 355—357.
79. Приймаченко А.Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ / А.Д. Приймаченко. — К.: Наук. думка, 1981. — 277 с.
80. Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС / [Романенко В.Д., Кузьменко М.И., Евтушенко Н.Ю. и др.]. — К.: Наук. думка, 1992. — 193 с.
81. Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ / [Сиренко Л.А., Корелякова И.Л., Михайленко Л.Е. и др.]. — К.: Наук. думка, 1989. — 232 с.
82. Романенко В.Д. Радионуклиды в биосистемах днепровских водохранилищ / В.Д. Романенко, Е.Н. Волкова, М.И. Кузьменко и др. // Докл. АН Украины. — 1994. — № 1. — С. 154—157.
83. Северенчук Н.С. Использование кормовых ресурсов Каневского водохранилища бентосоядными рыбами / Н.С. Северенчук, О.Г. Кафтаникова // Гидробиол. журн. — 1983. — Т.19, № 6. — С. 26—30.
84. Северенчук Н.С. Питание рыб Каневского водосховища в связи со сбросом подогретых вод Трипольской ГРЭС / Н.С. Северенчук // Гидробиол. журн. — 1981. — Т.17, № 2. — С. 31—33.
85. Ситник Ю.М. Дослідження видового складу іхтіофауни верхньої частини "київської ділянки" Канівського водосховища / Ю.М. Ситник, П.Г. Шевченко, А.В. Подобайло, С.М. Салій // "Сучасні проблеми теор. і практ. іхтіології": Тези I Міжнар. іхтіол. наук.практ. конф., 18 – 21 вер. 2008 р., м. Канів. — Канів, 2008. — С. 135—138.
86. Ситник Ю.М. Хлороорганічні пестициди в рибах Дніпра, дніпровських водосховищ та Дніпровсько-Бузького лиману / Ю.М. Ситник, О.М. Арсан, Д.А. Засекін // Рибогосп. наука України. — 2009. — Т. 2, № 4. — С. 55—65.
87. Снежина К.А. Факторы, влияющие на линейный рост леща в Каневском водохранилище / К.А. Снежина // Рыб. хоз-во. — 1985. — Вып. 39. — С. 54—57.
88. Состояние экосистемы киевского участка Каневского водохранилища и пути его регулирования / [Оксинок О.П., Тимченко В.М., Давыдов О.А. и др.]. — К.: Ин-т гидробиологии НАНУ, 1999. — 59 с.
89. Структура и сукцессии литоральных биоценозов днепровских водохранилищ / [Зимбалева Л.Н., Плигин Ю.В., Хороших Л.А. и др.]. — К.: Наук. думка, 1987. — 204 с.
90. Сухойван П.Г. Общие черты формирования ихтиофауны в водохранилищах Днепра / П.Г. Сухойван // Гидробиол. журн. — 1981. — Т. 17, № 2. — С. 113—114.
91. Схема комплексного використання, охорони та відтворення водних та земельних ресурсів в басейні р. Дніпро на ділянці від гирла р. Десна до гирла р. Стугна (в межах Київської обл. — 1 етап). — К.: ВАТ "Укрводпроект", 2010. — 94 с. — Режим доступу: http://kga.gov.ua/dp.kga.gov.ua/images/files/10_shema_1_etap.pdf
92. Таращук О.С. Видовой состав и экологические характеристики фитоэпифитона речного участка Каневского водохранилища (Украина) / О.С. Таращук // Альгология. — 2008.—Т. 18, № 4. — С. 393—407.
93. Таращук О.С. Видовой состав фитоэпифитона рдеста курчавого (*Potamogeton crispus* L.) на речном участке Каневского водохранилища (Украина) / О.С. Таращук // Альгология. — 2005.—Т. 15, № 3. — С. 310—325.

94. *Тарашук О.С.* Эпифитные водоросли озерного участка Каневского водохранилища (Украина) / О.С. Тарашук, Т.Ф. Шевченко, П.Д. Клоченко // Альгология. — 2011.—Т. 21, № 2. — С. 202—212.
95. *Тарашук О.С.* Фитозепифитон речного участка Каневского водохранилища (Украина) / О.С. Тарашук, Т.Ф. Шевченко, П.Д. Клоченко // Альгология. — 2012.—Т. 22, № 2. — С. 198—207.
96. *Тимченко В.М.* Водообменные процессы как фактор формирования потоков энергии в экосистемах днепровских водохранилищ / В.М. Тимченко // Гидробиол. журн. — 2010. —Т. 46, № 3. — С. 105—120.
97. *Тимченко В.М.* Методические аспекты регулирования кислородного режима речных участков днепровских водохранилищ в летний период (на примере киевского участка Каневского водохранилища) / В.М. Тимченко, О.П. Окснюк, О.В. Тимченко // Гидробиол. журн. — 2006. —Т. 42, № 1. — С. 99—107.
98. *Тимченко В.М.* Особенности гидрологического режима киевского участка Каневского водохранилища / В.М. Тимченко, С.С. Дубняк // Гидробиол. журн. — 2000. — Т. 36, № 3. — С. 57—67.
99. *Тимченко В.М.* Регулирование содержания кислорода в воде Каневского водохранилища в зимний период / В.М. Тимченко, Л.В. Петренко, О.В. Тимченко // Гидробиол. журн. — 2001. —Т. 37, № 6. — С. 89—94.
100. *Тимченко В.М.* Экологическая гидрология днепровских водохранилищ / В.М. Тимченко // Гидробиол. журн. — 2006. —Т. 42, № 3. — С. 81—96.
101. *Тимченко О.В.* Опыт моделирования течений в пойменных водоемах при экологических оценках и прогнозах / О. В. Тимченко // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2008. — Вип. 50, ч. 1. — С. 372—377.
102. *Цаплина Е.Н.* Особенности формирования и функционирования растительных сообществ в верхней части Каневского водохранилища / Е.Н. Цаплина, М.И. Линчук // Гидробиол. журн. — 2005. —Т. 41, № 2. — С. 17—28.
103. *Цаплина Е.Н.* Роль доминирующих видов погруженных растений в образовании органического вещества верхней части Каневского водохранилища / Е.Н. Цаплина // Гидробиол. журн. — 2010. — Т. 46, № 6. — С. 24—37.
104. *Цаплина Е.Н.* Функционирование сообществ погруженных растений на "речном" участке Каневского водохранилища / Е.Н. Цаплина // Гидробиол. журн. — 2002. — Т. 38, № 2. — С. 17—28.
105. *Цапліна К.М.* Механізми функціонування спільнот занурених рослин у верхній ділянці Канівського водосховища / К.М. Цапліна // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2001. — № 3 (14). — С. 99—100.
106. *Цапліна К.М.* Формування вищої водної рослинності у Канівському водосховищі / К.М. Цапліна, І.Ю. Іванова // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія". — 2005. — № 3 (26). — С. 465—467.
107. *Цедик В.В.* Стан популяцій ляща та плітки в умовах трансформації водної екосистеми Канівського водосховища: Моногр. / В.В. Цедик. — К. : ІРГ УААН, 2003. — 141 с.
108. *Цедик В.В.* Ценотична та розмірно-вагова характеристика молоді риб Канівського водосховища / В.В. Цедик // Рибне госп-во: Міжвід. темат. наук. зб. Вип. 61. УААН. Ін-т риб. госп-ва. — К., 2002. — С. 68—74.
109. *Шевченко Т.Ф.* Видовой состав водорослей перифитона водохранилищ днепровского каскада / Т.Ф. Шевченко // Гидробиол. журн. — 2007. —Т. 43, № 3. — С. 3—43.
110. *Шевченко Т.Ф.* Видовой состав фитозепифитона зеленых нитчатых водорослей водохранилищ днепровского каскада / Т.Ф. Шевченко // Гидробиол. журн. — 2010. —Т. 46, № 4. — С. 3—15.
111. *Шевченко Т.Ф.* Водоросли перифитона Каневского и Кременчуцкого водохранилищ / Т.Ф. Шевченко // Гидробиол. журн. — 1996. — Т. 32, № 6. — С. 32—41.
112. *Шевченко Т.Ф.* Микрофитобентос Каневского и Киевского водохранилищ (Украина) в зоне влияния ГАЭС / Т.Ф. Шевченко // Альгология. — 2002. —Т. 12, № 1. — С. 69—80.
113. *Шевченко Т.Ф.* Распределение водорослей перифитона днепровских водохранилищ в зависимости от типа субстрата / Т.Ф. Шевченко // Гидробиол. журн. — 2011. —Т. 47, № 1. — С. 3—14.
114. *Шевченко Т.Ф.* Сообщества водорослей перифитона Каневского водохранилища / Т.Ф. Шевченко // Гидробиол. журн. — 2008. —Т. 44, № 3. — С. 19—38.
115. *Шевченко Т.Ф.* Ценологический анализ фитозепифитона зеленых нитчатых водорослей водохранилищ днепровского каскада / Т.Ф. Шевченко // Гидробиол. журн. — 2011. —Т. 47, № 4. — С. 3—14.
116. *Шмаков В.М.* Гидролого-экологические аспекты режима солнечной энергии в водохранилищах Днепровского каскада / В.М. Шмаков. — К.: Наук. думка, 1988. — 168 с.
117. *Шуляренко А.В.* Влияние внутриводоемных процессов на содержание йода в воде днепровских водохранилищ / А.В. Шуляренко // Гидробиол. журн. — 2002. — Т. 38, № 1. — С. 73—79.

118. Щербак В.И. Влияние антропогенных факторов на биоразнообразии Каневского водохранилища / В.И. Щербак, Л.В. Емельянова, Н.В. Майстрова // *Екологія та ноосферологія*. — 1999. — Т. 7, № 3. — С. 66—76.
119. Щербак В.И. Многолетняя динамика "цветения" воды днепровских водохранилищ / В.И. Щербак // *Доп. НАН України*. — 1998. — № 7. — С. 197—190.
120. Щербак В.И. Первичная продукция водорослей Днепра и его водохранилищ / В.И. Щербак // *Гидробиол. журн.* — 1996. — Т. 32, № 3. — С. 3—15.
121. Щербак В.И. Пространственно-временная динамика фитопланктона придаточной сети киевского участка Каневского водохранилища / В.И. Щербак, А.М. Задорожная, К.П. Калениченко // *Гидробиол. журн.* — 2014. — Т. 50, № 1. — С. 3—14.
122. Щербак В.И. Сезонная динамика фитопланктона киевского участка Каневского водохранилища / В.И. Щербак, А.М. Задорожная // *Гидробиол. журн.* — 2013. — Т. 49, № 2. — С. 28—38.
123. Щербак В.И. Сукцессии фитопланктона Каневского водохранилища (Украина) / В.И. Щербак, Н.В. Майстрова // *Альгология*. — 2000. — Т. 10, № 1. — С. 44—53.
124. Щербак В.И. Фитопланктон и качество воды днепровских водохранилищ / В. И. Щербак // *Доп. НАН України*. — 1998. — № 9. — С. 200—202.
125. Щербак В.И. Фитопланктон Каневского водохранилища, приустьевых областей основных притоков и его роль в формировании качества воды / В.И. Щербак, Н.В. Майстрова // *Гидробиол. журн.* — 1996. — Т. 32, № 3. — С. 16—26.
126. Щербак В.И. Екологічний стан ківської ділянки Канівського водосховища взимку 2010 року / В.И. Щербак, Г.М. Задорожна // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2010. — № 2 (43). — С. 549—551.
127. Щербак В.И. Фітопланктон ківської ділянки Канівського водосховища та чинники, що його визначають / В.И. Щербак, Н.В. Майстрова. — К.: Ін-т гідробіології НАНУ, 2001. — 70 с.
128. Щербак В.И. Функціональна характеристика фітопланктону водойм мегаполісу / В.И. Щербак, Н.Є. Семенюк // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2010. — № 2 (43). — С. 556—559.
129. Яворський В.Ю. Прояви дискретності і континуальності донної фауни Десни і Канівського водосховища / В.Ю. Яворський // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2005. — № 3 (26). — С. 502—504.
130. Якименко А.Н. Радиационный мониторинг поверхностных вод Киевской области / А.Н. Якименко // *Гидробиол. журн.* — 2013. — Т. 49, № 4. — С. 87—93.
131. Якушин В.М. Деструкція органічної речовини у воді верхньої ділянки Канівського водоймища / В.М. Якушин, К.П. Калениченко, Т.В. Головка // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2001. — № 3 (14). — С. 113—114.
132. Якушин В.М. Механізми функціонування екосистеми верхньої частини Канівського водоймища / В.М. Якушин, В.И. Щербак, Ю.В. Плігін та ін. // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2001. — № 3 (14). — С. 114—116.
133. Якушин В.М. Структурна характеристика бактеріопланктону верхньої ділянки Канівського водосховища / В.М. Якушин, Т.В. Головка // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2001. — № 3 (14). — С. 111—112.
134. Яρμοшенко Л.П. *Microcystis botrys* и *Lemmermanniella flexa* — новые для флоры Украины виды *Cyanoprokaryota* в фитопланктоне Каневского водохранилища / Л.П. Яρμοшенко, А.В. Курейшевич, В.М. Якушин // *Гидробиол. журн.* — 2012. — Т.48, № 6. — С. 43—49.
135. Яρμοшенко Л.П. Видове різноманіття мікрофітобентосу річкової ділянки Канівського водосховища / Л.П. Яρμοшенко, В.М. Якушин // *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біол. Спец. вип. "Гідроекологія"*. — 2005. — № 3 (26). — С. 508—510.
136. Яρμοшенко Л.П. Продукционно-деструкционные процессы в микрофитобентосе (на примере участков нижнего бьефа Киевской ГЭС) / Л.П. Яρμοшенко // *Гидробиол. журн.* — 2005. — Т. 41, № 4. — С. 46—57.
137. Яρμοшенко Л.П. Сукцессия микрофитобентоса верхней части Каневского водохранилища / Л.П. Яρμοшенко // *Гидробиол. журн.* — 2013. — Т. 49, № 4. — С. 18—30.

Л. О. Горбатюк

Институт гидробиологии НАН Украины

**ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАНЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА
В РЕТРОСПЕКТИВЕ И НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ (ОБЗОР)**

В обзорной статье обобщены литературные сведения, касающиеся результатов многолетних гидроэкологических исследований Каневского водохранилища.

Выяснен характер и особенности токсического загрязнения водной экосистемы Каневского водохранилища и оценен его экологический риск для гидробионтов на современном этапе. Значительно расширился перечень некоторых токсикантов (пестицидов, СПАВ и т. п.), которые могут попасть в водоем и которые не определялись и не учитывались в предыдущих экологических оценках, существенных изменений претерпела и структура основных источников загрязнения водохранилища, значительно усилился антропогенный пресс на водоем со стороны мегаполиса Киева.

Ключевые слова: Каневское водохранилище, водная экосистема, гидроэкологические исследования, гидробионты, токсиканты

L. O. Gorbatyuk

Institute of Hydrobiology NAS of Ukraine

**HYDROECOLOGICAL RESEARCHES OF KANIV RESERVOIR IN RETROSPECT
AND PRESENT (A REVIEW)**

The literature data on long-term hydroecological researches of Kaniv reservoir are generalized in review.

Keywords: Kaniv reservoir, aquatic ecosystem, hydroecological researches, hydrobionts, toxicants

Рекомендує до друку

Надійшла 04.06.2015

В. В. Грубінко

УДК 574.522: 504.748

Л. В. МУЗИКА, Г. Є. КИРИЧУК

Житомирський державний університет імені І. Франка
вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир 10008

**ВМІСТ КАРОТИНОЇДНИХ ПІГМЕНТІВ В ОРГАНІЗМІ
ПРІСНОВОДНИХ МОЛЮСКІВ**

Узагальнено дані літературних джерел щодо вмісту каротиноїдних пігментів в організмі прісноводних молюсків. Розглянуто питання структури цих сполук, їх властивостей, ролі та локалізації в організмі молюсків. Обговорено вплив абіотичних (гіпоксія, голодування, зміна температурних умов, дія токсикантів різної природи) та біотичних (трематодна інвазія) чинників на каротиноїдний вміст та склад органів та тканин різних за способом живлення молюсків. Охарактеризовано сезонну динаміку та популяційну мінливість каротиноїдних пігментів прісноводних молюсків.

Ключові слова: прісноводні молюски, каротиноїдні пігменти, метаболічна адаптація, спосіб живлення

Вперше згадки про каротиноїди відносяться до початку ХІХ століття, коли німецьким вченим Генріхом Вакенродером з моркви було виділено β-каротин. В 1837 році Берцеліус з'ясував, що каротиноїди є природними тетратерпенами [28]. Термін β-каротин запропонував М. С. Цвет [5]

після дослідження спектроскопічних і хімічних характеристик цих сполук, виявивши різноманітність каротинів і ксантофілів [99, 100]. Цей же автор запропонував назву для цих пігментів – каротиноїди. Емпіричну формулу і будову β -каротину становлено Вільштеттером (1906 р) та Цехмейстером, Каррером, Куном (1928–1930 рр.) [3]. Уже в 1864 році Т. В. Гудвіним представлено каротиноїдний склад понад 60 видів молюсків [65]. У зв'язку з інтенсивним розвитком фізико-хімічних методів, цей перелік постійно росте; виявлено все більше пігментів каротиноїдної природи, вивчено тонкі деталі їх молекулярної структури у видів, вивчених раніше і повторно досліджених. На сьогодні відкрито та ідентифіковано більше 750 каротиноїдів [5, 45]. Перший всеосяжний огляд з біохімії цих сполук було зроблено у 1922 році Л. С. Палмером [94].

За хімічною будовою каротиноїди є тетратерпенами, загальною особливістю яких є наявність C_{40} скелету, побудованого із 8 C_5 -ізопренових фрагментів або їх похідних. Каротиноїдні вуглеводні відомі під назвою каротини. Всі їх похідні з кисеньовими функціональними групами (гідрокси-, метокси-, епокси-, кето-, альдегідна і карбоксильна групи) називаються ксантофілами. При цьому відповідні групи можуть бути етерифіковані або глікозильовані. Нині в природі не знайдено каротиноїдів, що містять нітроген, сульфур або галогенвмісні замісники. Також до каротиноїдів відносяться сполуки з числом атомів карбону меншим за 40 (нор- і апо-каротиноїди) і більшим (гомо-каротиноїди) (вітаміни A_1 , A_2 , азафрин (C_{27}), β -цитраурин (C_{30}), біксин (C_{24}), кроцетин (C_{20}) [14, 36]. Молекули каротиноїдів легко ізомеруються, переходячи із транс- в цисформу.

Каротиноїди – найбільш багаточисельна, широко поширена і безперечно важлива група пігментів. Ці сполуки беруть участь у перенесенні електронів [5, 66, 80, 97], захисті тканин організмів від ультрафіолетового опромінення [51]. Їх антиоксидантні властивості зумовлюють фотозахисну, радіопротекторну, антимуtagenну, антиканцерогенну, імуномодельную, антиінфекційну дію, не пов'язану із провітамінною активністю [18, 47, 71]. Вони забезпечують зовнішнє забарвлення [5, 7, 16, 64, 101] тварин та їх яєць [52-54, 56], мають здатність дезактивувати високо реакційні вільні радикали кисню, надпероксидів, пероксидів і ксенобіотиків, беруть участь в світлочутливих реакціях, у регуляції репродуктивних властивостей організму та активності ряду ферментів [5, 14, 27], є попередниками вітаміну А та використовуються як біохімічні маркери, що характеризують стан гідробіонтів за дії антропогенного впливу [2, 4, 11, 12, 16, 29]. У клітинах молюсків каротиноїди можуть бути протекторами мембранних ліпідів від активних форм кисню [5, 14]. Вказано [73, 74, 78, 91, 106], що досліджувані сполуки мають здатність енергозалежного накопичення Sr^{2+} в умовах гіпоксії, можуть забезпечити енергією, необхідною для клітини за умови низької швидкості проникнення кисню в тканинах та, згідно з теорією [105] є компонентами гіпотетичного електронно-транспортного ланцюга [107, 109]. Функціональні властивості каротиноїдів визначаються будовою їх молекули. Так, зміни їх концентрації в тканинах молюсків пояснюються наявністю в молекулах довгого ланцюга спряжених подвійних зв'язків, які зумовлюють їх здатність зворотньо зв'язувати молекулу кисню, втрачаючи при цьому забарвлення [11, 14, 74]. Гіпотеза про те, що каротиноїди в «каротиноксисомах» можуть утворювати депо кисню в безкисневих умовах шляхом зв'язування декількох атомів кисню або молекул з їх ненасиченими вуглець-вуглецевими зв'язками [75] неодноразово була піддана критиці та спростована [62, 95, 105, 108]. Встановлено, що передбачена «киснева форма» каротиноїдів є 7-дегідрохолестерином [6] та, що цитосоми не здатні синтезувати АТФ під дією аноксії [69].

Локалізація каротиноїдних пігментів

Встановлено [25], що участь каротиноїдів у будь-якій функціональній системі обов'язково пов'язана з їх строгою локалізацією в клітинних структурах, так як вільні каротиноїди гідрофобні. Початково всі дослідження каротиноїдних пігментів в організмі прісноводних молюсків зводились до вивчення «пігментованих гранул», які, як вважалося, були єдиним і спеціальним місцем локалізації даних з'єднань в їх клітинах. Вважалося, що каротиноїди містяться в гранульованих утвореннях діаметром 0,5 – 10 мкм, що різними авторами названі «цитосомами», «ліпохондріями» або «каротеноксисомами». Існує значна

різноманітність ультраструктури цих органів [75, 85, 105], і з цієї причини їх важко віднести до будь-якого відомого типу клітинних структур. Дослідження [55] гістохімічних властивостей цитоплазматичних гранул нейронів у *Helix aspersa* і *Limnaea stagnalis* показало, що найбільші з них містили каротиноїдні пігменти. Вивчена ультраструктурна форма цих гранул, зазвичай відомих як ліпохондрії [40, 42, 50]. Показано, що вони містять лізосомальні ферменти [82, 92]. Показники вмісту каротиноїдів в субклітинних фракціях, взяті разом з результатами експериментів по EDTA-індукованому екзоцитозу, однозначно вказують на те, що каротиноїди розподілені по всій клітині і є складовими різних типів клітинних мембран, а отже, їх функція пов'язана з деякими загальними функціями та властивостями ліпідних мембран [101].

Досить фрагментарна інформація щодо тканинно-органного розподілу каротиноїдів в організмі молюсків [7, 11, 12, 24, 49, 95, 96, 101]. З'ясовано, що високий вміст каротиноїдів відмічається в органах, в яких накопичується кальцій або, де відбувається його інтенсивний трансмембранний транспорт [95], що припускає безпосередню участь цих гідрофобних пігментів в механізмах мембранного зв'язування, транспорту і накопичення кальцію. Зокрема, у нейронах і гангліях *L. stagnalis* локалізація каротиноїдів збігається з локалізацією зв'язування кальцію і транспортування як на тканинному, так і на субклітинному рівнях [96]. Однак, інші дослідники [7] заперечили наявність будь-якої кореляційної залежності між розподіленням в організмі молюсків кальцію і каротиноїдів [7]. Крім того, акцентовано, що локалізація каротиноїдів не обмежується певними спеціальними пігментними органами [101], що вказує на деяку загальну роль каротиноїдних пігментів в клітинах тварин, не пов'язану зі специфікою конкретних тканин і органів [7]. Іншими дослідниками все ж відмічено певну закономірність локалізації каротиноїдних пігментів, не пов'язану з метаболічною активністю тканин та органів досліджуваних видів молюсків [11, 12]. Загалом, каротиноїди розподілені нерівномірно у тканинах тварин. Найвищі показники вмісту цих сполук в організмі *Unio pictorum*, *Anodonta cygnea*, *Dreissena polymorpha* (Bivalvia), *Viviparus contectus* (Gastropoda) відмічено у гепатопанкреасі, оскільки він може бути місцем накопичення пігментів як і багатьох інших сполук ліпідної природи та є найактивнішим органом, що виконує бар'єрну функцію [7, 11, 24]. Крім того, відмічено, що гепатопанкреас молюсків є місцем перетворення каротиноїдів їжі, як це показано для ракоподібних [49]. Дослідження функцій каротиноїдів в онтогенезі і ембріогенезі – їх присутність у репродуктивних органах (звичайно у самок). Показано [13], що гонади також містять велику кількість каротиноїдів.

Вміст каротиноїдів в організмі прісноводних молюсків в нормі

В організмі молюсків каротиноїди можуть перебувати в різних станах: у вільному та зв'язаному у вигляді ефірів жирних кислот і глікозидів, а також у каротинопротеїнових комплексах [5, 27].

Для прісноводних молюсків виділено дві основні групи каротиноїдних пігментів: 1) ті, чия основна функція полягає в забезпеченні зовнішнього кольору тварин і 2) ті, які окрім забезпечення кольору виконують важливі метаболічні функції [65]. З'ясовано, що каротиноїди молюски використовують для забарвлення [5, 7, 16, 64, 101], однак не описано їх синтез *de novo*. Ці сполуки не утворюються в тканинах та органах молюсків [13, 36], вони надходять як компоненти їжі [18, 32], депонуються в незмінному вигляді або модифікуються за допомогою метаболічних реакцій (частково шляхом введення кетогрупи в положення С-4 та включення оксигеновмісних функціональних груп) [5], і таким чином, прослідковуються харчові ланцюги і метаболічні шляхи [70]. Прісноводні молюски відносяться до різних трофічних груп: фітофаги, детритофаги та фільтратори [41]. Відмічено, що у організмів поліфагів переважають ксантофіли, у фітофагів і детритофагів – α і β -каротини [8, 102]. Каротиноїдний склад хижаків представлений майже виключно вільними ксантофілами та їх складними ефірами. Можливо також, що каротиноїди з'являються у тканинах молюсків від симбіотичних мікроорганізмів, які виробляють каротин [84, 86, 87, 89].

Вперше каротиноїди в організмі молюсків знайдено Комфортом [56]. З'ясовано, що яскраво-червоний колір ячної маси *Pila glauca* та її формалін-фіксованих ембріонів зумовлений каротиноїдними пігментами з єдиним спектральним діапазоном в 550 нм, які можуть бути легко вилучені шляхом подрібнення матеріалу з водою, однак не вдалося ні

розділити їх, ні охарактеризувати [56]. Подальше вивчення каротиноїдного складу представників роду *Pomacea* дозволило виявити каротиноїди у декількох його видів, однак не у вільному вигляді, а у стехіометричному комплексі з білком. Так, з яєць *Pomacea canaliculata* виділено хромопротеїн, який дещо нагадував астаксин з гіподерми омарів, однак він не був ідентифікований. Встановлено лише, що простетичною групою даного каротенопротеїну був астаксантин [52, 57]. Астаксантин, присутній у вільній, моно-і диефірних формах [88], є також частиною пігментованого каротенопротеїнового комплексу оворубіну, який складає 75% від загального нітрогену яєць та створює резерв білка для ембріонального розвитку *P. canaliculata* [64, 79]. Згідно з іншими дослідженнями в *P. canaliculata*, комплекс, названий «оворубіном», окрім астаксанину містив кантаксантин [37]. Його мінімальна молекулярна маса, розрахована за вмістом каротиноїдів, лежить в межах 330000 [54]. Передбачається, що каротиноїди в яйцях молюсків стабілізують структуру запасних білків і захищають їх від дії протеаз [67]. Із яскраво-червоних яєць *Pomacea haustrum* та *P. dolioides* виділено складні ефіри ксантофілів та суміш 3-х вільних ксантофілів з максимумами поглинання в 480-490 нм та невеликі кількості каротину [102]. Трав'яні види *Pomacea sordida* (в оранжево-жовтих яйцях) та *P. decussata* (в світло-зелених яйцях) містили лише каротини. Крім β -каротину, було виявлено групу, відповідну α -каротину.

Електронномікроскопічний аналіз гігантських нейронів *Lymnaea stagnalis* показав, що вони містять субклітинні фракції з високим вмістом каротиноїдів. Ці структури аналогічні компонентам фракцій деяких типів хромопластів рослин (каротиноїдпластів) [25, 60]. Подібні структури зустрічаються також в ембріональних клітинах деяких молюсків [61].

Хроматографічний аналіз дозволив виділити 10 фракцій каротиноїдних пігментів з організму *L. stagnalis*. Найбільш різкі зміни їх концентрації залежно від фізіологічного стану спостерігаються у з'єднаннях з високою рухливістю. Різні за своєю функціональною роллю, структурною організацією та метаболічною активністю ганглії мозку даного молюска характеризуються різним кількісним співвідношенням каротиноїдів [72, 76, 93]. Висунуто припущення [77], що концентрація каротиноїдів з малою (3-4) і великою (9-10) кількістю спряжених подвійних зв'язків відрізняється в клітинах з різною метаболічною активністю [77].

У багатьох прісноводних молюсків домінуючий каротиноїд представлений не у вільній формі, а у вигляді стехіометричного комплексу з білками. Природа каротенопротеїнового зв'язку залишається не з'ясованою, показано лише, що у цій взаємодії ковалентні зв'язки участі не беруть, оскільки вільний каротиноїд легко вивільняється при денатурації білка шляхом нагрівання [5, 27]. Каротиноїди і каротенопротеїни найчастіше містяться у епідермісі або черепашці, а також (іноді у високих концентраціях) в репродуктивних органах і яйцях. Утворення каротенопротеїнового комплексу часто призводить до значного багатохромного здвигу у спектрах поглинання, і тому ці комплекси часто мають пурпурний, блакитний, зелений колір, на відміну від жовтого або оранжевого забарвлення вільних каротиноїдів. Важливу роль в спектральному здвигу відіграють простетичні групи, представлені астаксантином і кантаксантином [38, 57]. Так, в гангліях і окремих нейронах мозку *L. stagnalis* виділено червоний гемопротеїн і жовтий каротенопротеїн. У молюсків роду *Lymnaea* знайдено сім каротиноїдних фракцій, які як вважалось, були пов'язані з ксантофілами, зокрема з лютеїном. Встановлено, що найбільше пігментів локалізовано в нейронних тілах клітин і проксимальних частинах аксонів нервових клітин [43]. Такі ж жовті і червоні хромопротеїни виділено з мозку недавно вилуплених з кладок *L. stagnalis*, однак відносна концентрація цих пігментів була нижчою в порівнянні з дорослими тваринами [43]. В нейронах *Lymnaea* знайдено каротенопротеїни, максимумами поглинання яких подібні до таких, встановлених для молюсків роду *Aplysia* (*Lymnaea* 456-458, 484-486 нм; *Aplysia*, 463, 490 нм) [38]. Екстракція каротиноїдів з *Aplysia* з наступною хроматографією показала наявність двох фракцій, переважаючою був α -каротин. Ймовірно, відмінності в простетичній групі каротиноїдів у цих двох видів свідчить про різне джерело їх надходження до організму [53].

Існує і інша точка зору, згідно з якою заперечується наявність каротенопротеїнових комплексів та припускається здатність каротиноїдів до розчинення в ліпідній матриці мембрани [7].

Каротиноїдні пігменти знайдені в гепатопанкреасі, нирці, нозі і особливо в гермафродитній залозі *L. stagnalis*, *Radix auricularia*, *R. peregra*, і *Planorbis corneus* [81]. У гермафродитній залозі *L. stagnalis* присутні β -каротин, криптоксантин і ксантофіл. Встановлена відмінність прісноводних Pulmonata від наземних, так як у останніх виявлено мало каротиноїдів і, як правило, переважають флавонові пігменти [81].

Досліджено сумарний вміст сполук каротиноїдної природи в усьому тілі (за винятком вмісту шлунку та черепашки) *L. stagnalis* [30] та здійснено порівняння за цим показником з представниками інших трофічних груп. Так, встановлено, що вміст каротиноїдів у *L. stagnalis* складає $1,0526 \pm 0,0518$ мг/100г тканини, що є в 3 рази вище ніж у *P. corneus* та в 1,5 рази вище від такого у передньозябрового *Viviparus viviparus*, у якого сумарний показник становить $0,6942 \pm 0,0476$ мг/100 г тканини [30].

Вказано, що каротиноїдвмісні гранули нейронів *L. stagnalis* за своїм хімічним складом та структурою ідентичні жовтому пігменту старіння ліпофусцину теплокровних тварин [17, 44], на основі чого зроблено висновок про взаємозв'язок між каротиноїдами і відтворювальними процесами, що є адаптивною реакцією організму, спрямованою на максимальне виживання потомства в умовах можливого кисневого дефіциту [36, 74].

За допомогою тонкошарової хроматографії вивчено каротиноїдний склад ноги та гепатопанкреасу *Viviparus contectus*. Встановлено, що за кількісними показниками гепатопанкреас домінує на ногою (1,8 мг та 0,5 мг/100 г сирової ваги відповідно). За допомогою проведеної ідентифікації пігментів з точки зору їх IR (характерних смуг для функціональної групи) і спектрів УФ-видимої області виділено 4-кето- α -каротин, гідрокси-4-кето- α -каротин та дигідрокси-4-кето- α -каротин. Зафіксовано відсутність каротиноїдних пігментів з полієновими ланцюгами коротшими, ніж з 10 спряженими подвійними зв'язками та каротиноїдних похідних в даних органах та присутність каротинів лише у гепатопанкреасі [101]. Припускається, що вони є попередниками деяких конкретних каротиноїдів молюсків, а гепатопанкреас виступає місцем їх перетворення [101].

Щодо молюсків-фільтраторів, то в *Anodonta cygnea* виділено та ідентифіковано β -каротин, ехіненон, криптоксантин, зеаксантин, віолаксантин і ауроксантин. Також відмічено ймовірність присутності лютеїну в слідах, а також двох невідомих каротиноїдів з максимумами поглинання при 425-430 нм, які не вдалося ідентифікувати. Показано, що *A. cygnea* відповідно до морських Lamellibranchs накопичує набагато більші кількості ксантофілів, ніж каротинів, причому мажорним пігментом виступає зеаксантин [63]. Аналогічна картина характерна і для морської *Mytilus californicus* [63, 98]. Крім того, у *A. cygnea* виявлено і астаксантин [39, 59]. У нейронах цього молюска каротиноїдний склад може досягати концентрації, вищої, ніж 10 мг/100 г сирової тканини [90, 103]. В зябрах, мантиї, нервових гангліях, нозі, м'язах аддуктора та гепатопанкреасі *A. cygnea* ідентифіковано 4-кето- α -каротин, 4-гідрокси- α -каротин, гідрокси-4-кето- α -каротин, дигідрокси-4-кето- α -каротин. Встановлено, що за сумарними кількісними показниками домінують нервові ганглії, а найменшими значеннями характеризуються м'язи аддуктора. Метаболічний ряд у порядку зменшення вмісту каротиноїдних пігментів має наступний вигляд: нервові ганглії (6,1 мг/100 г сирової ваги) → гепатопанкреас (5,0 мг/100 г сирової ваги) → зябра (1,4 мг/100 г сирової ваги) → нога (0,8 мг/100 г сирової ваги) → мантия (0,45 мг/100 г сирової ваги) → м'язи аддуктора (0,1 мг/100 г сирової ваги) [101]. Подібну динаміку зареєстровано і для *U. pictorum*: у зябрах, мантиї, нервових гангліях, нозі, м'язах аддуктора та гепатопанкреасі також ідентифіковано 4-кето- α -каротин, 4-гідрокси- α -каротин, гідрокси-4-кето- α -каротин, дигідрокси-4-кето- α -каротин. Найнижчі показники були зафіксовані для м'язів (0,1 мг/100 г сирової ваги), однак найвищими значеннями характеризувався гепатопанкреас тварини (7,0 мг/100 г сирової ваги) [101].

Диференціальне центрифугування *U. pictorum* дозволило виявити присутність каротиноїдів в органелах клітин і відсутність їх у цитозолі. У соматичних тканинах та органах зафіксовано лише C_{40} -ксантофіли, що знаходяться в транс-конфігурації, причому всі вони не зв'язані з білками, а знаходяться у вільній формі. Всього виділено і ідентифіковано 17 ксантофілів. У травних органах окрім ксантофілів знайдено також каротини, що, ймовірно, мають безпосереднє харчове походження [7].

У м'якому тілі *U. pictorum* виділено дві фракції жовтого каротенопротеїнового комплексу (з жовтих і червоних зразків). Виокремлено каротенопротеїн, що містить в якості простетичної групи кантаксантин. В червоному і жовтому зразках виділено β -каротин (7,3% та 7,5% відповідно), β -криптоксантин (19,9% та 10,2%), лютеїн епоксид (20,4% та 12,0%), зеаксантин (17,3% та 12,3%), α -дорадексантин (20,6% та 12,8%), астаксантин (12,6% та 10,3%). Крім цього у жовтих зразках додатково ідентифіковано лютеїн (14,9%), α -каротин (10,9%), мутатоксантин (9,1%) та сліди кантаксантину. Червоні зразки також містили сліди лютеїну [39, 57].

Аналіз літературних джерел показує, що питання кількісного вмісту каротиноїдів в *U. pictorum* є досить суперечливими. Так, тварини даного виду характеризуються мінімальним вмістом каротиноїдів у всьому тілі (окрім вмісту шлунку та черепашки, які не вивчались) [30]. Сумарні показники складають $0,1109 \pm 0,0252$ мг/100г тканини, які майже у 9,5 рази нижчі, ніж у *L. stagnalis* та *P. corneus* [30]. Стосовно тканинно-органного розподілу каротиноїдів в *U. pictorum*, то найвищими показниками характеризується гепатопанкреас ($35,11 \pm 3,8$ мг/100 г). Далі в порядку зменшення кількісних показників тканини та органи розміщуються наступним чином: залишок тіла ($17,15 \pm 2,6$ мг/100 г) \rightarrow нога ($16,02 \pm 1,0$ мг/100 г) \rightarrow зябра ($11,26 \pm 1,6$ мг/100 г) \rightarrow мантия ($4,78 \pm 0,5$ мг/100 г тканини) [12].

У м'якому тілі *Unio douglasiae nipponensis* з використанням ряду методів (спектрофотометричних, методів UV-Vis та FAB-MS, препаративної HPLC та $^1\text{H-NMR}$ і спектрального CD аналізу) ідентифіковано β -каротин (10,6%), зеаксантин (6,6%), діатоксантин (13,7%), діатоксантин-3,6-епоксид (6,8%), алоксантин (15,1%), галоцинтиаксантин 3'-ацетат (11,0%), фукоксантин (19,0%), фукоксантинол (3,2%), пектенол А (10,9%) та інші (3,1%) та визначено сумарний кількісний вміст досліджених сполук, який становив 0,11 мг/г та 0,03 мг/зразків [70].

У *Anodonta lauta* за допомогою вищеописаних методів знайдено β -каротин (16,6%), зеаксантин (5,5%), діатоксантин (22,6%), діатоксантин-3,6-епоксид (1,2%), алоксантин (2,8%), галоцинтиаксантин 3'-ацетат (9,3%), фукоксантин (33,0%), фукоксантинол (4,5%), пектенол А (1,0%) та інші неідентифіковані (3,5%). Сумарний вміст досліджених сполук в тварин даного виду склав 0,01 мг/г тканини та 0,73 мг/зразків. Домінуючими каротиноїдами у вищезазначених молюсків виступають діатоксантин та фукоксантин, які є основними характерними пігментами, знайденими в діатомових водоростей. Фукоксантин перетворюється цим молюском в галоцинтиаксантин 3'-ацетат [70].

Встановлено, що в організмі *Dreissena polymorpha* каротиноїди присутні в органелах клітини і відсутні у цитозолі [8, 93]. У зябрах, мантиї, м'язах аддуктора та гепатопанкреасі *D. polymorpha* ідентифіковано 4-кето- α -каротин, гідрокси-4-кето- α -каротин, дигідрокси-4-кето- α -каротин. Максимальними значеннями характеризувалась мантия (7,6 мг/100 г сирової ваги), мінімальними – м'язи аддуктора (0,1 мг/100 г сирової ваги). Крім цього, в *D. polymorpha* знайдено β -каротин, лютеїн, астаксантин, α -каротин, лютеїн-5,6-епоксид, алоксантин [39].

Вивчаючи каротиноїдний склад прісноводних двостулкових молюсків родини *Corbicula* слід зауважити, що він є більш складним ніж у двостулкових молюсків родини *Unionidae*. Основним каротиноїдом *C. sandai* був лютеїн, який є похідним каротиноїдів зелених водоростей, якими він живиться. В *C. sandai* також виявлено лороксантин (характерний каротиноїд зелених водоростей [68]), фукоксантин, діатоксантин та їх похідні. Джерелом останніх є діатомові водорості. Відмінності якісного складу каротиноїдів в основному відображають різнотиповість ланцюгів живлення між молюсками родин *Unionidae* і *Corbicula*. Всього для *Corbicula sandai* і *Chinese corbicula* виділено 43 каротиноїди, серед яких 7,8-дидегідро- β -криптоксантин, перидинінол 5,8-фураноксид, pyrroloxanthin 5,8-furanoxide, і pyrroloxanthinol 5,8-furanoxide, які було ідентифіковано як каротиноїди природного походження. У прісноводних молюсків цього ж роду *C. sandai* і *Corbicula clams*, на відміну від морського *Corbicula japonica*, в якого основними каротиноїдами є перидинін і його похідні, домінуючим каротиноїдом виступає лютеїн. У всіх трьох видів молюсків роду *Corbicula* вперше були виявлені 7'8'-didehydrodeeroxynexanthin, corbiculaxanthin, corbiculaxanthin 3'

ацетат, і 6- epiheteroxanthin. Передбачається, що вони є специфічними каротиноїдами саме для молюсків роду *Corbicula* [48].

При вивченні [11] тканинно-органного розподілу сумарного вмісту каротиноїдів тіла *Ampullaria gigas*, встановлено, що найвищими показниками характеризується гепатопанкреас ($11,612 \pm 0,018$ мг/100 г), найнижчими – нога та мантия (0,169 та 0,200 мг/100 г молюсків відповідно). У залишку тіла та зябрах сумарний вміст каротиноїдів становив 0,769 та 0,561 мг/100 тканини відповідно.

Описано [70] вміст та якісний склад каротиноїдів, виявлених в прісноводних черевонігих молюсків *Cipangopaludina chinensis laeta* і *Semisulcospira libertina* та обговорено їх походження та метаболізм. Каротиноїдний склад *C. chinensis laeta* вказує на те, що цей вид безпосередньо поглинає каротиноїди з водоростей, які є джерелом живлення та накопичує їх без подальших модифікацій. Основними каротиноїдами для цього виду були β -каротин (32,2%), лютеїн (15,5%), зеаксантин (18,2%), і фукоксантин (12,6%), які є превалюючими каротиноїдами, що містяться в зелених водоростях (β -каротин і лютеїн), ціанобактеріях (β -каротин і зеаксантин) і діатомових водоростях (фукоксантин). Крім того в незначних кількостях зафіксовані ехіненон (2,2%) і кантаксантин (1,1%), які ймовірно, потрапляють в організм молюска від ціанобактерій. Також ідентифіковано α -каротин (3,2%), β -криптоксантин (3,2%) діатоксантин (2,2%) та фукоксантинол (8,1%). Стосовно кількісних показників, то вони становили 0,022 мг/г тканини та 0,033 мг/проби. В якості основних каротиноїдів в *S. libertina*, аналогічно *C. chinensis laeta* були виявлені β -каротин (45,0%), лютеїн (13,0%) і зеаксантин 12,0%). Крім того, ідентифіковано ряд каротиноїдів з 3-гідрокси-4-кето- β -кінцевою групою, у тому числі *fritschiellaxanthin* (0,5%), (3S)-*adonirubin* (6,0%), (3S, 3'S)-*astaxanthin* (6,5%) і (3S,3'R)-*adonixanthin* (1,0%). Також було виявлено незначні кількості α -каротину (2,0%), ехіненону (3,0%), кантаксантину (6,5%) та фукоксантинолу. Авторами передбачається, що (3S, 3'S)-астаксантин є окислювальним метаболітом β -каротину через ехіненон, кантаксантин і (3S)-адонірубін. Аналогічним чином, *fritschiellaxanthin* і (3S, 3'R)-адоніксантин як вважалося були окисними метаболітами лютеїну і зеаксантину, відповідно. Сумарний вміст каротиноїдів в організмі *S. libertina* складав 0,032 мг/г та 0,018 мг/проба [70].

Вплив абіотичних чинників на каротиноїдний склад різних за способом живлення молюсків

Встановлено, що кількість каротиноїдів, зафіксована у молюсків в певний час залежить від статевої зрілості тварин, сезонних коливань водоростевого складу, які споживає тварина та особливостей її вирощування (природні умови чи штучне виведення) [97]. Також вміст даних сполук в тканинах молюсків залежить від фізіологічного стану тварини і зміни умов оточуючого середовища [36].

Вплив гіпоксії та аноксії на вміст каротиноїдних пігментів

В останні десятиліття активно ведеться вивчення молекулярних і фізіологічних механізмів адаптації прісноводних молюсків до дефіциту кисню [31]. Значна увага приділена процесам кумуляції і депонування кисню, в чому особливу роль відіграють каротиноїдні пігменти. Вміст каротиноїдів в певній ступені корелює з інтенсивністю процесів дихання, як в нормальних умовах, так і в умовах недостатку кисню. Однією з ранніх адаптивних реакцій на флуктуацію температури і вмісту кисню у воді є збільшення вмісту каротиноїдів, причому процес носить видоспецифічний характер і залежить не стільки від морфофункціональної організації органів дихання, скільки від характеру і глибини змін умов середовища проживання [31].

В організмі *L. stagnalis* (за винятком вмісту шлунку і черепашки) за допомогою спектрофотометричних методів вивчено сумарний вміст каротиноїдів за умови зміни кисневого режиму, а саме при зниженні вмісту кисню у воді до 8 мг/дм³; 6 мг/дм³ та 4 мг/дм³. Встановлено, що при концентрації кисню у воді, рівній 8 мг/дм³, вміст каротиноїдів знаходиться в межах норми. При подальшому зниженні концентрації кисню до 6 та 4 мг/дм³ досліджений показник знижується більш ніж в 4 рази в порівнянні з нормою [31]. Таку ж динаміку відмічено і для *Unio pictorum*, що свідчить про його мінімальні адаптивні можливості до гіпоксії, незалежно від морфо-функціональної організації органів дихання [31]. В нозі

тварин даного виду за різнотривалої аноксії (0; 2; 4; 8; 30 год.) отримано близькі значення за різної тривалості дії чинника: так при 0 год. експозиції вміст каротиноїдів становив 1,25 мг% (сира вага). За 2 год. аноксії показник впав до 1,0 мг%. При збільшенні часу перебування у безкисневому середовищі до 4 та 8 год. відмічено збільшення показників до 1,2 мг% та 1,6 мг% відповідно та їх зниження за найтривалішої дії чинника до 1,55мг% (сира вага) [7]. Встановлено, що в зябрах *D. polymorpha* за дії аноксії збільшення тривалості експозиції до 30 год. прямопропорційне збільшенню вмісту каротиноїдів від 7,5 до 8,3 мг% (на сиру вагу). В гепатопанкреасі ж за даних умов не зареєстровано статистично достовірних відмінностей значення показника. Припускається [7], що такі протилежно напрямлені зміни в даних органах пов'язані з явищами перерозподілу каротиноїдів між органами. Змін співвідношення між різними каротиноїдами не спостерігалось [7]. У *Viviparus viviparus* при зниженні вмісту кисню до 8 мг/дм³ сумарний вміст каротиноїдів у всьому тілі (за винятком вмісту шлунку та черепашки) достовірно підвищується. Концентрація кисню рівна 6 та 4 мг/дм³ не виявила достовірних змін вмісту досліджених сполук [30].

Голодування та зміна харчового раціону

Аналіз літературних джерел показує, що питання впливу голодування на вміст каротиноїдних пігментів в органах та тканинах прісноводних молюсків висвітлено недостатньо. Встановлено, що утримання без їжі протягом 10 днів не призводить до статистично достовірних змін вмісту каротиноїдів або каротиноїдного складу у всьому тілі *D. polymorpha*. Така ж картина характерна і для *U. pictorum* та *V. contectus*, котрі голодували протягом 10 днів. Вивчення змін вмісту каротиноїдів в ізольованих зябрах *U. pictorum* протягом 2 діб голодування також не дозволило виявити статистично достовірних відмінностей вмісту та складу каротиноїдів. Така ж закономірність характерна і для *D. polymorpha* протягом 40 год. відсутності їжі, що пояснюється відсутністю зв'язку між функцією каротиноїдів в молюсків та їх необоротною деградацією [7, 101]. Іншим автором відмічено, що голодування призводить до поступового зникнення каротиноїдів з гепатопанкреасу молюсків [97].

Вивчення впливу харчового раціону на кількісні показники вмісту каротиноїдів в всьому організмі *L. stagnalis* не виявило достовірних відмінностей концентрації цих сполук у тварин, які отримували протягом першого і другого місяців в якості корму капусту, від такого у молюсків, що споживали моркву. Однак, через три місяці після початку експерименту, концентрація каротиноїдних пігментів в тканинах молюсків, що харчувалися морквою, була достовірно вищою ніж у тканинах тварин, в якості корму яких виступала капуста [30]. Здійснено спробу змінити розподіл каротиноїдів у яйцях *Pomacea haustum*, *P. dolioides* (хижо-всеїдні) та *P. sordida* (фітофар). З цією метою трав'яних тварин годували раціоном хижаків, однак така спроба виявилась невдалою. Тим не менш, сталість вмісту каротину в яйцях, гепатопанкреасі і залозі жовтка цих видів і переважання ефірів ксантофілу в хижаків підтверджує дані, отримані для інших трав'яних безхребетних тварин, які накопичували каротин та для хижаків, які акумулювали ксантофіл [102].

Зміна температурних умов

Встановлено, що зміна вмісту каротиноїдних пігментів в організмі молюсків у відповідь на варіацію температури оточуючого середовища є неспецифічною компенсаторною реакцією та пов'язана із перерозподілом даних сполук між органами та тканинами [7, 74].

У *L. stagnalis* при адаптації до підвищення температури зовнішнього середовища беруть участь два взаємопов'язаних пристосувальних механізми: підключення анаеробних процесів до аеробного дихання і збільшення концентрації каротиноїдів, що пов'язано із особливостями морфофункціональної організації органів дихання [31]. При зміні температури водного середовища до 4°C; 15°C та 22°C, відмічено, що підвищення температури призводить до зростання смуг каротиноїдів ($\lambda = 465$ і 495 нм) і відновленої форми міоглобіну групи ($\lambda = 436$ нм) в апікальній частині гігантських нейронів *L. stagnalis*. Таке збільшення метаболічної активності клітин пойкилотермних тварин супроводжується збільшенням споживання кисню [77]. Іншим автором відмічено, що навіть при зниженні температури води до 4°C у всіх тканинах та органах (за винятком вмісту шлунку та черепашки) *L. stagnalis* спостерігається тенденція до підвищення вмісту каротиноїдів, а при підвищенні температури води до 24 та

28°C – до достовірного зростання показника (за контроль використано температуру +18°C). Отримані дані дозволяють припускати, що збільшення вмісту каротиноїдів, особливо при 28°C, є одним з механізмів адаптації виду, коли використовується депонований пігментами ендогенний кисень [31]. Встановлено, що підвищення активності *L. stagnalis* з підвищенням температури призводить до підвищення окислювального обміну в нервовій системі [23]. Однак існує і інша точка зору, яка доводить, що у гемолімфі ставковика звичайного не виникають зміни обговорюваного показника при зміні температурних умов (6°C і 20°C) [35].

Реакція *U. pictorum* на зміну температурного режиму (+18°C – контрольна група і +4°C, +24°C, +28°C – дослідні) відрізняється від реакції інших прісноводних молюсків. Так, за дії температури води +4°C сумарний вміст каротиноїдів у всьому тілі (крім вмісту шлунку та черепашки) зростає, причому споживання кисню тваринами при цьому фактично не змінюється. При підвищенні температури води до +28°C вміст каротиноїдів не змінюється. Припускають, що *U. pictorum* має мінімальні адаптивні можливості до дії даного чинника [31]. Інший температурний діапазон (20°C – контрольна група і 0°C, 2°C, 8°C, 10°C, 30°C – дослідні) та 2-годинна експозиція призводить до зменшення вмісту каротиноїдів в нозі *U. pictorum* при зниженні температури інкубації молюсків і навпаки [7, 101]. Порушення цієї залежності відбувається лише за дії 2°C, що пояснюється різким переохолодженням молюсків, і як наслідок зниженням їх адаптивних можливостей [101]. Встановлено, що при 2 год. експозиції *U. pictorum* у воді, температурою 8°C вміст каротиноїдів у нозі знижується від 1,3 до 0,8 мг/100 г органу, а в гепатопанкреасі підвищується від 6,0 до 7,6 мг/100г [101]. При цьому вміст каротиноїдів у всьому тілі залишався незмінним: 3,1 мг/100 г при 20°C і 3,3 мг/100 г при 8°C. Така різна направленість змін концентрації пігментів у нозі та гепатопанкреасі пояснюється транспортом цих сполук між гепатопанкреасом та іншими органами. Не відмічено змін молярного співвідношення між різними каротиноїдами та їх ізомеризації [101]. Збільшення вмісту каротиноїдів в організмі молюска при підвищенні температури пояснюється компенсаторною реакцією, яка попереджує підвищення плинності мембран. Слід зазначити, що запропонований механізм регулювання плинності мембран у молюсків може забезпечити швидке реагування на зміни чинників навколишнього середовища, в першу чергу температури, оскільки, як зазначається, перерозподіл каротиноїдів в організмі завершається протягом 2 годин, тоді як для іншого відомого механізму (зміни складу жирних кислот) необхідно кілька діб [101]. У тілі іншого фільтратора *D. polymorpha* за тих же умов не виявлено статистично достовірних відмінностей вмісту каротиноїдних пігментів зі зміною температури. У особин, які були вилучені з-під льоду на початку весни, не було знайдено майже ніяких каротиноїдів в тканинах; після перенесення молюсків у воду кімнатної температури та їх годуванням нормальний вміст каротиноїдів було відновлено протягом декількох діб. Припускають, що відсутність каротиноїдів пов'язана з перерозподілом їх між мембранами [7]. Інкубація *A. cygnea* протягом 2 год. у воді різної температури (20°C – контрольна група і 8°C, 30°C – дослідні) дозволила виявити наступну динаміку: в нозі та зябрах даних тварин найвищі показники одержано за дії температури 20°C (0,8 та 1,2 мг/100 г сирової тканини відповідно), а найнижчі – при зниженні температури води до 8°C (0,65 та 1,4 мг/100 г сирової тканини) [7]. Подібні результати отримано і для *Viviparus contectus*, для яких вміст каротиноїдних пігментів в нозі прямо пропорційний підвищенню температури. Так, максимальні показники зареєстровано за дії температури 30°C (0,6 мг/100 г сирової тканини), мінімальні (0,35 мг/100 г сирової тканини) за дії 8°C [7]. Інший температурний діапазон (+18°C – контрольна група і +4, +24, +28°C – дослідні) виявив значне збільшення сумарного вмісту каротиноїдів у всьому тілі (за винятком вмісту шлунку та черепашки) *V. viviparus*, особливо за екстремальних температур – (28°C) [31].

Особливості вмісту та розподілу каротиноїдних пігментів за дії різних груп поллютантів

Вплив іонів важких металів на накопичення каротиноїдів в організмі молюсків різноманітний, залежить від багатьох чинників та відображає рівень забруднення гідроценозів. При підвищенні токсичності середовища деякі види молюсків елімінують, інші – мігрують із зони забруднення, треті – пристосовуються до умов забруднення. Механізм пристосування молюсків до підвищення токсичності середовища тісно пов'язаний із змінами вмісту

каротиноїдів, що багатьма дослідниками розглядається як молекулярний механізм адаптації, який спирається на кумуляцію і використання екзогенного кисню в найбільш важливих для життєзабезпечення тварин тканинах [23], оскільки вони мають здатність утворювати систему його внутрішньоклітинного депо [1, 2, 14, 20, 26, 28], беруть участь в окисненні ненасичених жирних кислот, виступають потужним інгібітором переокислення ліпідів, у зв'язку з чим виконують захисну роль в організмі молюсків щодо активних форм кисню та сприяють підвищенню імунітету тварин [104].

Встановлено, що токсиканти в сублетальних концентраціях викликають не тільки зміни вмісту каротиноїдів, але і дисбаланс між споживанням кисню і виділенням вуглекислого газу. Зміни багато в чому носять видоспецифічний характер і залежать не тільки від концентрації токсиканту, але і від його хімічної природи [31]. Від характеру контакту тканини з екзотоксикантом багато в чому залежить і картина відповідної реакції цієї тканини. Встановлено, що у відповідь на дію токсичних сполук відбувається підвищення вмісту каротиноїдів в тканинах *L. stagnalis*, *P. corneus*, *U. pictorum*, *A. cygnea*, *V. viviparus*, що пов'язано зі збільшенням концентрації у воді токсичної речовини [14, 19, 31].

В умовах забруднення водного середовища ФОС (фосфамід), інсектицидом дельтаметринном, гербіцидом тотрилом та солями свинцю в концентраціях 1/8 LC₅₀ 1/4 LC₅₀ 1/2 LC₅₀ встановлено збільшення вмісту каротиноїдних пігментів у всьому тілі (за винятком вмісту шлунку та черепашки) прісноводних молюсків *L. stagnalis*, *P. corneus*, *U. pictorum*, *A. cygnea*, *V. viviparus* незалежно від приналежності їх до конкретних трофічних груп. Так, тварини усіх п'яти видів однаково реагують на дію усіх токсикантів зростанням концентрації каротиноїдів у всьому організмі, причому процес носить дозозалежний характер.

Відмічено, що реакція пластинчатозяберних (*U. pictorum* та *A. cygnea*) і передньозяберних молюсків (*V. viviparus*) на забруднення води фосфамідом в різних концентраціях багато в чому відрізняється від такої у легеневих молюсків (*L. stagnalis* та *P. corneus*). Збільшення вмісту каротиноїдів у зябрових молюсків істотно вище, ніж у легеневих. Молюски виду *U. pictorum* мають високу ступінь стійкості до ФОС, що не залежить від морфофункціональної організації органів дихання. Досліджувані інсектициди, гербіциди та солі важких металів мають неспецифічну дію на інтенсивність газообміну і вміст каротиноїдів в тканинах молюсків. Порівняльний аналіз реакцій газообміну і вмісту каротиноїдів в тканинах у вивчених видів молюсків дозволяє припускати, що мінімальними адаптивними здібностями до впливу токсичних сполук володіють тварини виду *U. pictorum* [31]. Вміст каротиноїдів в зябрах, мантиї, нозі і гепатопанкреасі молюсків *U. pictorum* також може виступати індикатором при забрудненні водного середовища сульфатом цинку, сульфатом міді, перманганатом калію, кадмієм оцтовокислим, фенолом і сумішшю даних речовин в концентраціях, рівних ГДК і 10 ГДК. За дії більшості досліджуваних забруднюючих речовин в концентрації, що відповідає ГДК спостерігалось збільшення вмісту досліджуваних сполук. Встановлена різна реакція органів даного молюска на токсичні сполуки та різний вплив окремого токсиканту на процеси метаболізму тварин. Найсуттєвіший вплив здійснює CuSO₄ та (CH₃COO)₂Cd, що проявляється значним зростанням кількості каротиноїдів у видимій частині спектра (на 150-200% в гепатопанкреасі за дії CuSO₄). Кадмієвий оцтовокислий уже в ГДК зумовлює помітне збільшення каротиноїдів в зябрах, мантиї, нозі і гепатопанкреасі досліджених тварин. Однак, найвища концентрація (10 ГДК) цієї сполуки призводить до зменшення вмісту пігментів, оскільки спрацьовує фізіологічний механізм адаптації – перехід в анабіоз, що дозволяє різко знизити загальне енергоспоживання: знижується швидкість всіх метаболічних процесів в клітинах тварини, а отже, знижується швидкість споживання ними кисню з середовища [12].

За дії KMnO₄ (ГДК, 3 ГДК та 10 ГДК) у зябрах, нозі і мантиї концентрація каротиноїдів збільшується менш ніж на 100% (за винятком 3 ГДК). Так, у гепатопанкреасі вміст каротиноїдів зростає на 200%, що пов'язано із здатністю окислювачів утворювати у гідробіонтів активний кисень і викликати порушення окисно-відновних реакцій. Каротиноїдні пігменти як біоантиоксиданти взаємодіють із збудженим киснем, переводячи його основний стан [12].

Встановлено, що фенол в різних концентраціях (ГДК і 10 ГДК) виявляє неоднаковий вплив на співвідношення різних видів каротиноїдів у гепатопанкреасі, манті, нозі, зябрах та залишку тіла *A. gigas* і *U. pictorum*. Однак, при його дії вже в концентрації, що відповідає ГДК спостерігається збільшення вмісту каротиноїдів у видимій області спектра в тканинах моллюсків, причому останні, в залежності від метаболічної активності характеризуються різними концентраціями пігменту. Зокрема, зауважено, що найбільш чутливими у досліджених видів до впливу обраних концентрацій фенолу є зябра, нога та мантія. Для *A. gigas* ідентифіковано 5 каротиноїдів, що містяться в сім'яниках і яєчниках, відносні кількості яких різні. Встановлено, що *U. pictorum*, містить значно більше каротиноїдів, ніж *A. gigas*, що пояснюється [11] особливостями його етології та швидкістю метаболізму, який у *A. gigas* дещо вищий, ніж у *U. pictorum*. Як зазначають, це призводить до більш активних захисних процесів в організмі *A. gigas*, про що свідчить вміст каротиноїдів в настільки різних за функціях і рівню метаболізму тканинах (органах) [11].

Вміст та якісний склад каротиноїдів в тканинах прісноводних моллюсків за дії біотичних чинників

Вплив трематодної інвазії

На накопичення каротиноїдів в організмі моллюсків впливає і інвазія їх партенітами трематод. У інвазованих *L. stagnalis* рівень вмісту каротиноїдних пігментів в гемолімфі нижчий, ніж у неінвазованих особин. Відмічено залежність вмісту каротиноїдних пігментів від інтенсивності інвазії. Так, при слабкому ураженні статистично вірогідні зміни показника відсутні. Висока ж інтенсивність інвазії супроводжується зниженням вмісту каротиноїдних пігментів у гемолімфі хазяїна [8, 34, 35] в декілька разів (в 1,22 рази у *L. fragilis*, в 1,23 рази в *P. corneus* та в 1,49 рази в *P. purpura*) [35]. У гемолімфі *L. fragilis*, інвазованих спороцистами *Xiphidiocercaria* sp., *P. purpura* та *P. corneus*, заражених спороцистами *Cotylurus cornutus* (Rud.) з вихідними із них зрілими церкаріями встановлено статистично достовірні відмінності між зараженими і незараженими особинами за вмістом каротиноїдів в їх гемолімфі. Так інтактні моллюски характеризуються значно вищими значеннями досліджуваного показника, ніж інвазовані особини. Ймовірно, це пов'язано зі споживанням паразитами каротиноїдів моллюсків-хазяїв, некротичним розпадом значних ділянок гепатопанкреасу та транзитним проходженням каротиноїдів крізь травний тракт тварини. Уповільнення засвоєння і мобілізації каротиноїдів у заражених тварин може бути також пов'язане з ослабленням захисно-приспосувальних механізмів організму хазяїв. Оскільки запаси каротиноїдних пігментів у вільних від інвазії моллюсків більші, ніж у заражених, то мобілізація їх з гепатопанкреасу і надходження в гемолімфу здійснюються, очевидно, в меншій кількості [35].

У *Unio rostratus gentilis* трематодна інвазія призводить до пониження рівня каротиноїдів у тканинах [58, 83].

Однак існує інша точка зору щодо впливу екстенсивності інвазії на вміст каротиноїдів в тканинах моллюсків. Встановлено [10], що у самок *V. viviparus* вміст каротиноїдних пігментів є вищим у тканинах інвазованих особин, ніж у особин, вільних від паразитів як у весняний період, так і влітку. У самців *V. viviparus* виявлено статистично достовірні відмінності між зараженими та незараженими особинами, що полягають у кількісному переважанні обговорюваних сполук в тканинах інвазованих особин [10].

Сезонна динаміка та популяційна мінливість вмісту каротиноїдів в прісноводних моллюсків

Вміст каротиноїдних пігментів в прісноводних моллюсків коливається в широких межах і підпадає віковій, статевій, сезонній і екологічній мінливості [27].

З'ясовано, що концентрація каротиноїдів у внутрішньому середовищі *L. stagnalis* коливається в дуже широких межах – від 20 до 2400 $\gamma\%$ і характеризується сезонною мінливістю. Встановлено, що рівень вмісту досліджуваних сполук у гемолімфі найвищий влітку та восени і є досить стабільним. Взимку ж і рано навесні спостерігається статистично вірогідне зниження значення обговорюваного показника, що обумовлено анабіотичним станом тварин взимку, відсутністю у них процесів живлення та несприятливими умовами живлення навесні, пов'язаними із слабким розвитком водної рослинності [8]. Така ж тенденція відмічена

і для *D. polymorpha*. Мінімальні показники вмісту каротиноїдів у цього виду відмічаються в зимовий період (zareєстровано надзвичайно низький вміст обговорюваних сполук у всіх органах – 0,1-0,3мг/100 г тканини). При поміщенні тварин у акваріуми з температурою 17°C з моменту початку годування хлорелою відбувалося швидко (протягом декількох днів) накопичення каротиноїдів в тканинах аж до рівня, яке відмічалось у даних тварин влітку – 7,6 мг/100 г тканини [101].

Встановлено популяційні відмінності концентрації каротиноїдів у гемолімфі *L. stagnalis*. Так, найвищі показники (1321,0 – 404,0 γ%) одержано для затону (р.Жерів, Лугини), найнижчі (59,4 – 120,0 γ%) – для річки (р. Горинь, Славута). Стосовно вмісту каротиноїдів у тварин, відловлених із ставу (хутір Затишшя) та полою (р.Кам'янка), то вони склали 119,0-441,0 γ% та 109,1 – 1200,0 γ% відповідно. Такі відмінності зумовлені особливостями біотопу, в першу чергу – якісним складом і ступенем розвитку водних макрофітів, переважаючих звичайно у складі харчового комка [8, 27].

Спільна дія кількох чинників на вміст каротиноїдних пігментів

Проблема боротьби із забрудненням водного середовища, зростаючим внаслідок розширення індустріалізації та хімізації сільського господарства, не може бути успішно вирішена без вивчення впливу на тварин тих чи інших токсикантів. В несприятливих умовах середовища інвазія трематодами навіть при невисокій її інтенсивності відноситься до числа обтяжуючих чинників. Сумісна дія сульфату міді в концентраціях 0,2; 1; 1,8 мг/дм³ та трематодної інвазії на організм *L. stagnalis* призводить до статистично вірогідного зниження вмісту каротиноїдів у гемолімфі як у інвазованих, так і у вільних від трематодної інвазії тварин. Однак рівень падіння їх вмісту у інвазованих молюсків дещо вищий (в 1,07 – 1,13 рази), що може свідчити про напруженість захисно-приспосувальних механізмів у тварин, які підпали дії паразитарного чинника. Зауважено, що усі зрушення обговорюваного чинника в межах використаних концентрацій токсиканту однонаправлені та близькі за значеннями, тобто не залежать від концентрації поллютанта в середовищі як для вільних від інвазії, так і уражених паразитами тварин [8].

Одночасний вплив на організм *L. fragilis* фенолу в концентраціях 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 и 1000 мг/дм³ та спороцист *Xiphidiocercaria* sp. зумовлює зниження рівня вмісту каротиноїдних пігментів у гемолімфі хазяїна. Не виявлено статистично достовірних відмінностей між інвазованими та неінвазованими особинами за вмістом у них каротиноїдів, що обумовлено невисокою інтенсивністю інвазії досліджених молюсків, при якій шкідливий вплив спороцист *Xiphidiocercaria* sp. на хазяїна обмежується ураженнями місцевого характеру та збереженням сталості внутрішнього середовища його організму. За дії більш високих концентрацій токсиканту (500-1000 мг/дм³) виявлено статистично достовірні відмінності між значеннями показників досліджених пігментів у вільних від трематодної інвазії та у інвазованих особин. Дія фенолу при температурі 6°C однаково згубно впливає як на заражених, так і на незаражених гідробіонтів, про що свідчить відсутність статистично достовірних відмінностей вмісту каротиноїдів між інвазованими та інтактними тваринами, які підлягали впливу фенолу однакової концентрації [35]. В гемолімфі *P. corneus*, заражених спороцистами *Cotylurus cornutus* (Rud.) за умови токсичної дії фенолу в концентраціях 50 – 1000 мг/дм³, встановлено, що концентрація токсиканту 1000 мг/дм³ призводить до зменшення вмісту каротиноїдних пігментів у неінвазованих особин в 2,6 рази та в 2,5 рази у заражених тварин [35]. Така ж динаміка відмічена і у *P. purpura*, заражених спороцистами *Cotylurus cornutus* (Rud.) за дії фенолу [35].

За сумісної дії сульфату міді, сульфату цинку, кадмію оцтовокислого, перманганату калію та фенолу в концентраціях, рівних ГДК, 3 ГДК та 10 ГДК на організм *U. pictorum* та 18-годинної експозиції встановлено, що за дії суміші речовин концентрація каротиноїдів в більшості тканин змінюється не так різко, як при окремому впливі даних речовин. Авторами висувається припущення, що за сумісної дії ці токсиканти нейтралізують один одного. За дії вищевказаних токсикантів, що відповідає 3 та 10 ГДК найбільше каротиноїдів містилось у гепатопанкреасі (43,92 та 112,15 мг/100 г тканини відповідно) тварин. Підвищення концентрації токсикантів у воді прямопропорційне вмісту каротиноїдів у гепатопанкреасі та

з'ябрах молюсків та обернено-пропорційне вмісту цих пігментів у мантиї, нозі та залишку тіла тварин [12].

Залежність вмісту каротиноїдів в тканинах молюсків від ступеня забруднення середовища

Вважають [4], що каротиноїдні пігменти як антиоксиданти мають певне значення при адаптації гідробіонтів до несприятливих умов проживання, у тому числі до загальної генотоксичності середовища. За допомогою дисперсійного аналізу встановлено, що між концентрацією каротиноїдів в тканинах молюсків і фізико-хімічним складом води відкритих водойм існує позитивний корелятивний зв'язок, на основі чого рівень каротиноїдів у молюсків можна розглядати як один з інформативних показників при оцінці екологічного стану водойми. Так, у з'ябрах, мантиї, нозі, мішку нутроців *V. viviparus* вміст каротиноїдів достовірно вищий в біотопах з більш високим рівнем забруднення. Середній вміст цих пігментів у представників цього виду, відібраних із біотопів міста в 1,4 рази вищий від такого у молюсків, що живуть в біотопах приміської зони. Така ж закономірність відмічена і для молюска-фільтратора *U. pictorum*: у з'ябрах, мантиї, нозі, мішку нутроців якого сумарний вміст каротиноїдів достовірно вищий у особин з біотопів з більш високим рівнем забруднення. Так, у представників міських біотопів загальний вміст каротиноїдів був в 1,5 рази вищим від такого у молюсків приміської зони

Показано [21], що *U. pictorum* є більш чутливими до забруднення порівняно з *V. viviparus*. Так, представники класу *Gastropoda V. viviparus* відрізнялися більш високими показниками вмісту каротиноїдних пігментів порівняно з представниками класу *Bivalvia – U. pictorum* [21]. Протилежні дані отримано іншими дослідниками. Зокрема, встановлено, що при помірній ступені забруднення водойм у всьому тілі *L. stagnalis* та *L. auricularia* концентрація каротиноїдів знижувалась. Причому при підвищенні ступені забруднення спостерігалось більш виражене зменшення вмісту каротиноїдів, що свідчить про несприятливий вплив антропогенних чинників на організм гідробіонтів [4].

Дослідження останнього часу [89] також узгоджуються з більш ранніми даними [4]: визначено вміст β -каротину в мантиї, з'ябрах та гепатопанкреасі *U. pictorum*, *U. crassus*, *U. tumidis* та *A. cygnea*, зібраних з різних за ступенем антропогенного забруднення ділянок р. Урал. Показано, що значення β -каротину вище в молюсків більш забруднених територій, ніж в тих, що живуть у відносно чистій воді. Найвищі показники вмісту β -каротину отримано для станції, яка розташована близько залізничного мосту, а найменші для станцій, що розміщені вище міста [24]. Встановлено, що, незалежно від початкових концентрацій каротиноїдів, тканини та органи молюсків однаково реагують на забруднення середовища значним зростанням рівня досліджуваного показника [12]. Виняток становить гемолімфа *L. stagnalis*, в якій відмічено зниження рівня досліджуваного показника як в нормі, так і за дії токсичних сполук [8, 23, 34, 35].

Висновки

Аналіз літературних джерел показує, що каротиноїдний вміст прісноводної малакофауни вивчено недостатньо, відомості про нього малочислені та фрагментарні. Не приділено увагу питанню розподілу каротиноїдів в різних органах та тканинах прісноводних молюсків в залежності від дії абіотичних та біотичних чинників. Майже відсутня інформація щодо специфіки вмісту каротиноїдів в сезонному та популяційному аспектах. Динаміка ж зміни концентрації цих сполук в організмі молюсків свідчить про стан системи антиоксидантного захисту і фізіологічного стану організму в цілому та дозволяє розглядати їх в якості потенційних індикаторів стану водойм. Саме тому вміст каротиноїдних пігментів в тканинах та органах прісноводних молюсків є актуальним й потребує подальшого, більш детального вивчення.

1. *Бедова П. В.* Использование моллюсков в биологическом мониторинге состояния водоемов / П. В. Бедова, Б. И. Колупаев // *Экология*. — 1998. — № 5. — С. 410—411.
2. *Бедова П. В.* Оценка состояния водной среды в Республике Марий Эл с помощью гидробионтов / П. В. Бедова // *Состояние природы и региональная стратегия защиты окружающей среды*. — Сыктывкар, 1997. — С. 21—22.
3. *Березовский В. М.* Химия витаминов / В. М. Березовский. — М.: Пищевая промышленность. — 632 с.
4. *Биологический контроль качества воды открытых водоемов* / [Т. И. Крекешева, А. Е. Шпаков, Д. М. Джангозина и соавт.] // *Методические рекомендации*. — Караганда, 2001. — 49 с.
5. *Бриттон Г.* Биохимия природных пигментов / Г. Бриттон. — М.: Мир, 1986. — С. 442.
6. *Вершинин А. О.* Каротиноиды и 7-дегидрохолестерин в тканях моллюсков в норме и в условиях аноксии / А. О. Вершинин, В. В. Пашенко // *Д. СССР*. — 1991. — Т. 318, № 6. — С. 1476—1479.
7. *Вершинин О. О.* Исследование функций каротиноидов у животных / О. О. Вершинин: автореф. диссертации на соискание уч. степени кандидата биологических наук: спец. 03.00.02 – биофизика. — М, 1992. — 22 с.
8. *Влияние сульфата меди на содержание каротиноидов в гемолимфе прудовика озерного (Mollusca: Pulmonata: Lymnaeidae) в норме и при инвазии его партенитами трематод* / [А. П. Стадниченко Л. Д. Иваненко, О. А. Мостипака и др.] // *Вісн. Житомир. пед. ун-ту*. — 2002. — № 10. — С. 197—201.
9. *Влияние трематодной инвазии на содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе пресноводных моллюсков* / [Л. Г. Бондарчук и др.] // *Проблемы паразитологии*. — Киев, 1980. — Ч. 1. — С. 92—83.
10. *Гаврилова Е. Ю.* В вопросу о влиянии трематодной инвазии на содержание каротиноидов у *Viviparus viviparus* L. (Mollusca) / Е. Ю. Гаврилова, П. В. Бедова // *Экологические механизмы динамики и устойчивости биоты: Материалы конференции молодых ученых, 19-23 апреля 2004 г. / ИЭРиЖ УрО РАН*. — Екатеринбург: Изд-во «Академкнига», 2004. — С. 54—55.
11. *Гордзялковский А. В.* Влияние фенола на содержание каротиноидов в тканях моллюсков / А. В. Гордзялковский, О. Н. Макурина // *Вестник СамГУ. Естественная серия*. — 2007. — № 8 (58). — С. 60—68.
12. *Гордзялковский А. В.* Водные моллюски – перспективные объекты для биологического мониторинга / А. В. Гордзялковский, О. Н. Макурина // *Вестник СамГУ. Естественная серия*. — 2006. — № 7 (47). — С. 37—44.
13. *Гудвин Т.* Сравнительная биохимия каротиноидов / Т. Гудвин. — М.: Иностранная литература, 1954. — 395 с.
14. *Карнаухов В. И.* Биологические функции каротиноидов / В. И. Карнаухов. — М.: Наука, 1988. — 223 с.
15. *Карнаухов В. Н.* Окислительно-восстановительные состояния тканей при недостатке кислорода / В. Н. Карнаухов, В. В. Петруняк / *Биология и научно-технический прогресс*. — Пушкино-на-Оке, 1971. — С. 34—38.
16. *Карнаухов В. Н.* Роль моллюсков с высоким содержанием каротиноидов в охране водной среды от загрязнения / В. Н. Карнаухов. — Пушкино: Наука, 1978. — 73 с.
17. *Карнаухов В. Н.* Спектрофотометрические исследования живых нервных клеток надглоточного узла большого прудовика / В. Н. Карнаухов, С. И. Розанов, В. А. Сворень // *Биофизика*. — 1966. — 11 (6). — С. 1085—1088.
18. *Каротиноиды: строение, биологические функции и перспективы применения* / [В. И. Дейнека, А. А. Шапошников, Л. А. Дейнека и др.] // *Научные ведомости Белгородского государственного университета*. — 2008. — № 20 6 (46). — С. 19—25.
19. *Колупаев Б. И.* Дыхательный коэффициент у байкальских гидробионтов / Б. И. Колупаев // *Экология*. — 1984. — № 2. — С. 79—81.
20. *Колупаев Б. И.* Механизм действия токсикантов на систему обеспечения кислородного режима организма водных животных / Б. И. Колупаев // *Экспериментальная водная токсикология*. — 1985. — Вып. — С. 62—66.
21. *Куранова А. П.* Перспективы использования малакофауны в биоиндикации состояния водных экосистем / Анна Петровна Куранова: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук: спец. 03.00.16 – экология. — Ульяновск, 2009. — 23 с.
22. *Лукьянова О. Н.* Концентрация каротиноидов у морских беспозвоночных в условиях загрязнения / О. Н. Лукьянова, Т. Я. Шмидт // *Биология моря*. — 1993. — № 2. — С. 92—101.
23. *Мисечко Л. Е.* Интоксикация *Lymnaea stagnalis*, инвазированных партенитами трематод сульфатом меди / Л. Е. Мисечко, А. П. Стадниченко // *Житомирский пединститут*, 1985. — С. 96—99.
24. *Оценка степени доминирования и изменения удельного содержания β -каротина в некоторых тканях представителей пресноводных двусторчатых моллюсков семейства Unionidae среднего течения*

- реки Урал / [Г. Н. Соловых, И. В. Карнаухова, В. В. Минакова, Т. В. Осинкина] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — № 9. — С. 97—100.
25. *Петруняк В. В.* Выделение каротиноидсодержащих субклеточных структур из нервной ткани моллюска / В. В. Петруняк // Цитология. — 1976. — Т. 18, № 10. — С. 1185—1188.
26. *Петруняк В. В.* Сравнительное распределение и роль каротиноидов и витамина А в тканях животных / В. В. Петруняк // Журн. эволюционной биохимии и физиологии. — 1979. — Т. 15, № 1 — С. 26—28.
27. *Поляков Н. Э.* Некоторые аспекты реакционной способности каротиноидов. Окислительно-восстановительные процессы и комплексообразование / Н. Э. Поляков, Т. В. Лешина // Успехи химии. — 2006. — 75 (12). — С. 1175—1192.
28. *Примова, Л. А.* Каротиноиды: структура, метаболизм, биологические функции / Л. А. Примова, И. Ю. Высоцкий // Вісник Сумського державного університету. Серія Медицина. — 2005. — № 7 (79). — С. 9—25.
29. *Пузаткина Е. А.* Анализ состояния водной среды по данным газообмена и удельной концентрации каротиноидов в тканях гидробионтов / Е. А. Пузаткина // 1 Вавилов. Чтения постоянн. действ. междисциплин. науч. конф. «Диалог наук на рубеже 20-21 вв. и глоб. пробл. современности» (Йошкар-Ола, 17-18 дек., 1996) : Матер.- Йошкар-Ола, 1996. — С. 348—349.
30. *Пузаткина Е. А.* О связи удельной концентрации каротиноидов в тканях моллюсков *Lymnaea stagnalis* L. с содержанием этих пигментов в употребляемой пище / Е. А. Пузаткина // Экол. и генет. популяций : Сб. матер. Всерос. популяц. семин. (Йошкар-Ола, 5 – 9 февр., 1997). — Йошкар-Ола, 1998. — С. 296—297.
31. *Пузаткина Е. А.* Влияние экзогенных факторов на состояние газообмена и содержание каротиноидов в тканях пресноводных моллюсков: автореферат на соискание уч. степени кандидата биологических наук: спец. 03.00.16. «Экология» / Е. А. Пузаткина. — Йошкар-Ола, 2006. — 28 с.
32. *Сиренко Л. А.* Каротиноиды гидробионтов / Л. А. Сиренко, Т. В. Паршикова // Экология моря. — 2005. — Вып. 67. — С. 63—67.
33. *Сімонова М.* Каротиноїди: будова, властивості та біологічна дія / М. Сімонова // Біол. студії. — 2010. — Т. 4, № 2. — С. 159—170.
34. *Стадниченко А. П.* Влияние фенольной интоксикации на содержание каротиноидных пигментов в гемолимфе пресноводных моллюсков (*Pulmonata*, *Lymnaeidae* и *Bulinidae*) в норме и при заражении партенитами трематод / А. П. Стадниченко, Л. Е. Мисечко, А. Н. Шепель // Паразитология. — 1985. — XIX, № 2. — С. 101—104.
35. *Стадниченко А. П.* Вплив фенольної інтоксикації на вміст каротиноїдів у гемолімфі прісноводних моллюсків у нормі і за інвазії їх трематодами / А. П. Стадниченко, Л. Є. Астахова, В. К. Гирин // Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток наукових досліджень», 2007. — С. 65—67.
36. *Татарюнас А. Б.* Исследование накопления каротиноидов в тканях животных / А. Б. Татарюнас: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. биол. наук. — Пушино, 1974. — 117 с.
37. *Antioxidant defense system in the apple snail eggs, the role of ovorubin* / [M.S Dreon, G. Schinella, H. Heras, R. J. Pollero] // Arch Biochem Biophys. — 2004b. — Vol. 422. — P. 1—8.
38. *Arvanitaki A.* Photopotentials d'excitation ou d'inhibition de differents somata identifiables (*Aplysia*) / A. Arvanitaki, N. Chalazonitis // Bull Inst. Oceanographic, Monaco. — 1960. — Vol. 57. — P. 1—83.
39. *Aschoff L.* The carotene content of the human liver and fatty tissues / L. Aschoff // Verh. dtsch. path. Ges. — 1934. — P. 145—152.
40. *Baker H. B.* Type land snails in the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Part II. Land Pulmonata, exclusive of North America North of Mexico / H. B. Baker // Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. — 1963. — Vol. 115, №. 8. — P. 191—258.
41. *Barnes R. D.* Invertebrate Zoology / R. D. Barnes. — Philadelphia: Saunders College, 1980. — 1089 p.
42. *Benjamin P. R.* Myoneural junctions in the connective tissue sheath of a molluscan ganglion / P. R. Benjamin, A. Peat // Nature. — 1968. — Vol. 219. — P. 1371—1372.
43. *Benjamin P. R.* Two pigments in the brain of a freshwater pulmonate snail / P. R. Benjamin, T. S. Walker // Comp. Biochem. Physiol. — 1972. — Vol. 41B. — P. 813—821.
44. *Bjorkerud S.* Selected enzymic studies of lipofuscin granules isolated from bovine cardiac muscle / S. Bjorkerud, J. T Cummins // Exp. Cell Res. — 1963. — Vol. 32. — P. 510—520.
45. *Blount J. D.* Signal functions of carotenoid colouration. In: Carotenoids. Volume 4: Natural Functions / J. D. Blount, K. J. McGraw. — Basel: Birkhäuser Verlag, 2008. — P. 213—236.
46. *Canfield L.* Carotenoids as cellular antioxidants / L. Canfield, J. W. Forage, J. G. Valenzuela // Proc. Soc. exp. Biol. Med. — 1992. — Vol. 200. — P. 260—265.

47. *Carotenoid* supplementation reduces erythema in human skin after simulated solar radiation exposure / [J. Lee, S. Jiang, N. Levine et al.] // Proc. Soc. Exp. Biol. and Med. — 2000. — Vol. 223, № 2. — P. 170—174.
48. *Carotenoids* in three species of Corbicula Clams, *Corbicula japonica*, *Corbicula sandai* and *Corbicula* sp. (Chinese freshwater corbicula clam) / [T. Maoka, Y. Fujiwara, K. Hashimoto, N. Akimoto] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. — 2005. — Vol. 53. — P. 8357—8364.
49. *Castillo R.* General survey of the carotenoids in Crustacea. In *Carotenoid Chemistry and Biochemistry* / R. Castillo, G. Negre-Sadargues, R. Lenel; Edited by G. Britton and T. W. Goodwin, Oxford : Pergamon Press. — 1982. — P. 211—224.
50. *Chalazonitis N.* Ultrastructure des «grains» pigmentes du cytoplasme des neurones d'*Aplysia depilans* / N. Chalazonitis, H. Chagneux-Costa, R. Chagneux // C.R. Soc. Biol., Paris. — 1966. — 160. — P. 1014—1017.
51. *Characterization* of products formed during the autoxidation of β -carotene / [G. J. Hendelman, F. J. Kuijk, Chatterjee A. et al.] // Free Rad. Biol. Med. — 1991. — 10 (6). — P. 427—437.
52. *Cheesman D. F.* A chromoprotein from the eggs of *Pomacea canaliculata* / D. F. Cheesman // Biochem. J. — 1954. — Vol. 58. — P. 38.
53. *Cheesman D. F.* Carotenoproteins in invertebrates / D. F. Cheesman, W. L. Lee, P. F. Zagalsky // Biol. Rev. — 1967. — Vol. 42. — P. 131—160.
54. *Cheesman D. F.* Ovorubin, a chromoprotein from the eggs of the gastropod mollusc *Pomacea canaliculata* / D. F. Cheesman // Proc R Soc Lond. (Biol), 1958. — Vol. 149. — P. 571 — 587.
55. *Chou J. T. Y.* The cytoplasmic inclusions of the neurones of *Helix aspersa* and *Limnea stagnalis* / J. T. Y. Chou // Quart. J. Micr. Science. — 1957. — Vol. 98. — P. 47—58.
56. *Comforf A.* Lipochromes in the ova of *Pila* / A. Comforf // Nature (London). — 1947. — Vol. 160, № 9. — P. 333—334.
57. *Czeczuga B.* Investigations of carotenoprotein complexes in animals. — VIII. *Unio pictorum* (L.) as a representative of fresh-water mollusks / B. Czeczuga // Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry. — 1983. — Vol. 75, Is. 3. — P. 541—543.
58. *Effect* of trematode invasion and extremal conditions of environment on the content of carotinoid pigments in haemolymph of freshwater mollusks / [Stadnichenko A.P. et al.] // Nauchnye Doklady Vyshei Shkoly Biologicheskie Nauki. — Vol. 9. — P. 54—59.
59. *Findlay G. M.* The pigments of the adrenals / G. M. Findlay // Pathol. Bacterial. — 1920. — Vol. 23. — P. 482.
60. *Frey-Wissling A.* Ultrastructure of chromoplast in the carrot root. / A. Frey-Wissling, F.U. Schwegler // J. ultrastr.res. — 1965. — Vol. 13. — P. 543—559.
61. *Gerin Y.* Morphogenese des vesicules a double membrane du lobe polaire d'*Uvanassa obsoleta* Say. Etude ultrastructurale / Y. Gerin // Microscopie. — 1972. — Vol. 13. — P. 57—66.
62. *Goodwin T. W.* Metabolism, nutrition, and function of carotenoids / T. W. Goodwin // Ann. Rev. Nutr. — 1986. — Vol. 6. — P. 273—297.
63. *Goodwin T. W.* The carotenoids of the fresh-water mussel *Anodonta cygnea* / T.W. Goodwin // Biochimica et Biophysica Acta. — 1953. — Vol. 10. — P. 114—116.
64. *Goodwin T. W.* The comparative Biochemistry of the Carotenoids / T. W. Goodwin. — London: Chapman and Hall Ltd., 1952. — 336 p.
65. *Goodwin T.W.* The biochemistry of the carotenoids / T. W. Goodwin. — London: Chapman & Hall. — 1984. — Vol. 2: Animals. — 224 p.
66. *Green D. E.* Mitochondrion structure and function / D. E. Green // Subcellular Particles, New York: Acad. Press, 1959. — P. 84—103.
67. *Green J.* Chemical embryology of the Crustacea / J. Green // Biol. Rev. — 1965. — Vol. 40. — P. 580—600.
68. *Grund M.* Primary and secondary carotenoids in two races of green alga *Botryococcus braunii* / M. Grund, P. Metzger, S. Liaaen-Jensen // Biochem. Syst. Ecol. — 1989. — Vol. 4. — P. 263—270.
69. *Holwerda D. A.* Biochemical characterization of cytosomes from freshwater mollusc nerve tissue / D.A. Holwerda, P. Notenboom, I. Zs.-Nagy // Abstracts from the Third Congress of European Societies of Comparative Physiology and Biochemistry, Nordwijkerhout. — 1981. — Vol. 2. — P. 122—123.
70. *Identification* of carotenoids in the freshwater shellfish *Unio douglasiae nipponensis*, *Anodonta lauta*, *Cipangopaludina chinensis laeta*, and *Semisulcospira libertine* / [T. Maoka, J. Ochi, M. Mori, Y. Sakagami] // J Oleo Sci. — 2012. — Vol. 61 (2). — P. 69—74.
71. *Johnson E. J.* The role of carotenoids in human health / E. J. Johnson // Nutr. Clin. Care. — 2002. — Vol. 5. — P. 56—65.

72. *Joosse J.* Dorsal bodies and dorsal neurosecretory cells of the cerebral ganglia of *Lymnaea stagnalis* / J. Joosse // Arch. Neerlandaises Zool. — 1964. — Vol. 16. — P. 1—103.
73. *Karnaukhov V. N.* Accumulation of carotenoids in brain and heart of animals on aging; the role of carotenoids in lipofuscin formation / V. N. Karnaukhov, T. B. Tataryunas, V. V. Petrunyaka // Mechanisms of Ageing and Development. — 1973. — Vol. 2. — P. 201—210.
74. *Karnaukhov V. N.* Carotenoids in oxidative metabolism of molluscoid neurons / V. N. Karnaukhov // Exp. Cell. Res. — 1971a. — Vol. 64. — P. 301—306.
75. *Karnaukhov V. N.* Carotenoids—recent progress, problems and prospects / V. N. Karnaukhov // Comp. biochem. physiol. — 1990. — Vol. 95 B. — P. 1—20.
76. *Karnaukhov V. N.* Microspectral investigations of metabolism of giant neurones of *Lymnaea stagnalis* / V. N. Karnaukhov; in G. Frank (Ed.) // The Properties and Functions of Macromolecules and its Systems. — Moscow: Nauka, 1969. — P. 200—210.
77. *Karnaukhov V. N.* On the functions of carotenoids in animal cells / V. N. Karnaukhov // Biophysics of Living Cells, Pushchino. — 1971. — Vol. 2. — P. 68—83.
78. *Karnaukhov V. N.* The ultrastructure of carotenoid-bearing granules in the neurons of *Lymnaea stagnalis* / V. N. Karnaukhov, S. S. Varton // Tsitologiya. — Vol. 13. — P. 1088—1093.
79. *Kimble M. S.* Vitamin A and carotene metabolism in diabetes as reflected by blood concentrations / M. S. Kimble, O. A. Germek, E. L. Sevringhaus // American Journal of the Medical Sciences. — 1946. — Vol. 212, Is. 5. — P. 574—585.
80. *Krinsky N. I.* Antioxidant functions of carotenoids / N. I. Krinsky // Free Rad. Biol. Med. — 1989. — Vol. 7. — P. 617—635.
81. *Kubista V.* Karotinoide in den Süßwasserpauimonaten / V. Kubista // Vest. Ceskosl. spolec. zool. — 1953. — Vol. 17, № 4. — P. 299—300.
82. *Lane N. J.* The fine-structural localization of phosphatases in neurosecretory cells within the ganglia of certain gastropod snails / N. J. Lane // Am. Zool. — 1966. — Vol. 6. — P. 139—157.
83. *Lautner V.* Values for vitamin A, carotenoids and alpha-tocopherol in geese during the laying period / V. Lautner, Z. Hudsky // Biologizace a Chemizace Vyzivy Zvirat. — 1973. — Vol. 9 (3). — P. 283—288.
84. *Liaaen-Jensen S.* Carotenoids in chemosystematics in Carotenoids / G. Britton; S. Liaaen-Jensen, H. Pfander ed. // Birkhauser. Basel. — 1998. — Vol. 3. — P. 217—247.
85. *Lipochondria* and the light response of *Aplysia* giant neurons / [P. S. Baur et. all.] // J. Neurobiol. — 1977. — № 8. — P. 19—42.
86. *Maoka T.* Carotenoids in marine animals / T. Maoka // Mar Drugs. — 2011. — Vol. 9. — P. 278—293.
87. *Maoka T.* Recent progress in structural studies of carotenoids in animals and plants / T. Maoka // Arch. Biochem. Biophys. — 2009. — Vol. 483. — P. 191—195.
88. *Marcos S.* Dreon Biochemical composition, tissue origin and functional properties of egg perivitellins from *Pomacea canaliculata* / Marcos S. Dreon, Horacio Heras, Ricardo J. Pollero // Biocell. — 2006. — Vol. 30 (2). — P. 359—365.
89. *Matsuno T.* Aquatic animal carotenoids / T. Matsuno // Fisheries Sci. — 2001. — Vol. 67. — P. 771—789.
90. *Morgan W. A.* Waste pimiento pepper for coloring egg yolks / W. A. Morgan, J. G. Woodroof // Georgia Exp. Sta. Bull. — 1927. — № 147. — P. 210—215.
91. *Nolte A. H.* Cytosomale Einschlüsse and Neurosekret im Nervengewebe von Gastropoden / A. H. Nolte, H. Breucker, D. Kuhlmann. // Zellforsch. — Vol. 68. — P. 1—27.
92. *Novikoff A. B.* Lysosomes in nerve cells. In: The Neuron / Novikoff A. B.; ed. H. Hyden. — Amsterdam: Elsevier Publishing, 1967. — P. 319—377.
93. *On the localisation* of Gomoripositive neurosecretory cells in the central ganglia of *Lymnaea stagnalis* / [J. Lever, M. Kok, E. A. Meuleman, J. Joosse] // Proc. Kon. Med. Akad. Wetensch., Amsterdam. — 1961. — Vol. 64. — P. 640—647.
94. *Palmer L. S.* Carotinoids and related pigments; the chromolipoids / L. S. Palmer, New York: Chem Cat., 1922. — 316 p.
95. *Petrunyaka V. V.* Localization and role of carotenoids in molluscan neurons / V. V. Petrunyaka // Cell. Mol. Neurobiol. — 1982. — Vol. 2. — P. 11—20.

96. *Petrunyaka V. V.* Comparative distribution and role of carotenoids and vitamin A in animal tissues. Participation of these polyenes in the calcium accumulative and transporting mechanisms / V. V. Petrunyaka // *Z. Evol. Biokhim. Physiol.* — 1979. — Vol. 15. — P. 97—103.
97. *Sachi Sri Kantha* Carotenoids of edible molluscs; A review / Sri Kantha Sachi // *Journal of Food Biochemistry.* — 1989. — Vol. 13, Is. 6. — P. 429—442.
98. *Scheer B. T.* Some features of the metabolism of the carotenoid pigments in the California sea mussel (*Mytilus californicus*) / B. T. Scheer // *J. biol. chem.* — 1940. — Vol. 136. — P. 275—299.
99. *Tswett M. S.* Cromolipids in Plant and Animal Kingdoms / M. S. Tswett. — Warshava, 1910.
100. *Tswett M. S.* Qber den makro- und mikrochemischen Nachweis des Carotines. / M. S. Tswett // *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* — 1911. — Vol. 29. — P. 630—636.
101. *Vershinin A.* Carotenoids in mollusca: approaching the functions / A. Vershinin // *Comp. Biochem. Physiol.* — 1996. — Vol. 113 B, № 1. — P. 63—71.
102. *Vilela G. G.* Carotenoids of some Brasilian freshwater gastropods of genus *Pomacea* / G. G. Vilela // *Nature.* — 1956. — Vol. 178, № 4524. — P. 95.
103. *Willstaedt H.* Uber die carotenoide des Serums und der leber beim menschen I (About the carotenoids of serum and liver in humans) / H. Willstaedt, T. Linaqvist // *Hoppe Seylers Z. Physiol Chem.* — 1936. — Vol. 240. — P. 10—18.
104. *Winston G. W.* Oxidants and antioxidants in aquatic animals — minireview / G. W. Winston // *Comp. Biochem. Physiol.* — 1991. — Vol. 100B. — P. 173—176.
105. *Zs.-Nagy I.* Cytosomes (yellow pigment granules) of molluscs as cell organdies of anoxic energy production / I. Zs.-Nagy // *Int. Rev. cytol.* — 1977. — № 49. — P. 331—377.
106. *Zs.-Nagy I.* Histological, histochemical and electron microscopical studies on the cytosomes of the nerve cells in *Anodonta cygnea* L. (Mollusca, Lamellibranchiata) / I. Zs.-Nagy // *Annal. Biol Tihany.* — 1967. — Vol. 34. — P. 25—39
107. *Zs.-Nagy I.* Pigmentation and energy dependent Sr^{2+} -accumulation of molluscan neurons under anaerobic conditions / I. Zs.-Nagy // *Annal. Biol. Tihany.* — 1971. — Vol. 38. — P. 117—129.
108. *Zs.-Nagy I.* Some quantitative aspects of oxygen consumption and anaerobic metabolism of molluscan tissues-A review / I. Zs.-Nagy // *Comp. Biochem. Physiol.* — 1974. — Vol. 49A. — P. 399—405.
109. *Zs.-Nagy I.* The ultrastructural localization of succinic dehydrogenase activity in the nervous system of *Anodonta cygnea* L. // I. Zs.-Nagy, S. Kerpel-Fronius // *Acta biol. Acad. Sci. hung.* — 1970. — Vol. 21. — P. 105—113.

Л. В. Музыка, Г. Е. Киричук

Житомирский государственный университет имени И. Франко

СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ОРГАНИЗМЕ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ

Обобщены данные литературных источников по содержанию каротиноидных пигментов в организме пресноводных моллюсков. Рассмотрены вопросы структуры этих соединений, их свойств, роли и локализации в организме моллюсков. Обсуждены влияние абиотических (гипоксия, голодание, изменение температурных условий, действие токсикантов различной природы) и биотических (трематодная инвазия) факторов на каротиноидное содержание и состав органов и тканей различных по способу питания моллюсков. Охарактеризовано сезонную динамику и популяционную изменчивость каротиноидных пигментов пресноводных моллюсков.

Ключевые слова: пресноводные моллюски, каротиноидные пигменты, метаболическая адаптация, способ питания

L. V. Muzyka, G. Ye. Kyrychuk

Zhytomyr Ivan Franko State University, Ukraine

THE CONTENT OF CAROTENOID PIGMENTS IN FRESHWATER MOLLUSKS ORGANISMS

The literature data on carotenoid pigments content in freshwater mollusks organisms are summarized. The structure of these compounds, their properties, roles and locations in mollusk organisms are considered. The influence of abiotic (hypoxia, starvation, temperature changes, the effect of toxicants

ОГЛЯДИ

of different nature) and biotic (trematode invasion) factors on carotenoid pigments content and their composition in organs and tissues of mollusks which differ in the way of feeding are discussed. Seasonal dynamics and population variability of freshwater mollusks carotenoid pigments are characterized.

Keywords: freshwater mollusks, carotenoid pigments, metabolic adaptation, way of feeding

Рекомендує до друку

В. В. Грубінко

Надійшла 28.05.2015

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

**ВІДОМИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ВЧЕНИЙ У ГАЛУЗІ БІОЛОГІЇ,
ДЕНДРОЛОГІЇ, ІНТРОДУКЦІЇ ТА АКЛІМАТИЗАЦІЇ РОСЛИН,
ЕКОЛОГІЇ, СЕЛЕКЦІЇ, САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА,
РЕСТАВРАЦІЇ ПАРКІВ ТА СУЧАСНОГО ПАРКОБУДІВНИЦТВА**

**(до 75-річчя від дня народження члена-кореспондента НАН України,
професора І. В. Косенка)**



ПРОФЕСОР ІВАН СЕМЕНОВИЧ КОСЕНКО

**«І я бачив, — нема чоловікові
кращого,
як ділами своїми радіти, бо
це доля його!»**

Еклезіаст, 3.22

У 2015 році наукова спільнота фітобіологів України, а також Австрії, Азербайджану, Білорусі, Італії, Киргизстану, Китаю, Молдови, Польщі, Росії, Румунії, Словаччини, США, Узбекистану, Чехії, Швеції та інших держав, з ботанічними науковими установами і вищими закладами освіти яких Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України підтримує тісні зв'язки, відзначає подвійний ювілей — 75-річчя від дня народження члена-кореспондента НАН України, доктора біологічних наук, професора Івана Семеновича Косенка (3 грудня) та 35-річчя його невтомної праці на посаді директора Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України (2 квітня).

Нині вже понад 35 дуже непростих із 75-ти прожитих Іваном Семеновичем років він очолює організаційну, виробничу і наукову роботу одного з найславетніших творинь світового садово-паркового мистецтва кінця XVIII – першої половини XIX ст. Без жодних перебільшень можна сказати, що І.С. Косенко віддав кращі роки свого життя «Софіївці». Тому, мабуть, доречно буде зробити короткий екскурс в історію парку, яку нинішній директор-ювіляр цілком слушно поділяє на сім періодів [1], хоча у ранніх публікаціях були інші підходи щодо періодизації його історичного розвитку [2, 3].

Парк було засновано у 1796 році польським шляхтичем графом Станіславом Щенським Потоцьким як дарунок коханий дружині Софії і майже відразу (у 1798 році) названо «Софіївка». До 1832 року парк був власністю родини Потоцьких, тож 1796–1832 рр. — **перший період**.

До **другого періоду** відносять 1832–1836 роки. У 1832 р. парк, як і всю власність Потоцьких, було конфісковано царським указом і передано Київській державній (казенній) палаті. Згідно з царським указом Миколи I від 21 квітня 1836 р. «Софіївку» підпорядковано Управлінню військових поселень під назвою «Царицин сад».

Третій період (1836–1958 рр.) — роки перебування «Царицина саду» у віданні Управління військових поселень. Протягом цього часу парк зазнає значних змін у порівнянні з тим, що зробив у ньому Л. Метцель з початку будівництва. У 1833 р. було прорізано вул. Садову, що з'єднала парк з містом. У 1841 р. встановлюють «Китайську альтанку» та альтанку «Грибок». У 1844 р. було влаштовано вхідну зону з вул. Садова, де будуються дві башти в готичному стилі. У 1842–1845 рр. за проектом архітектора Раппонета будують павільйон «Флори» на місці раніше знесеного сільського павільйону, а на острові Анти-Цирцеї — «Рожевий павільйон». З парку виносять бюст Т. Костюшка та скульптуру Ю. Понятовського. Після візиту в 1847 р. царя Миколи I, протягом 1850–1852 рр. вхідні башти перебудовують у класичному стилі (за проектом архітектора А. І. Штакеншнейдера), а також павільйони «Флори» і «Рожевий». Встановлюють обеліск «Орел», задля забезпечення тривкості ґрунту під яким на терасі «Муз» завалюють грот «Аполлона» [1].

Четвертий період (1859–1929 рр.) розпочався 30 березня 1859 р., коли царським указом «Царицин сад» було передано переведеному з Одеси Головному училищу садівництва (нині Уманський національний університет садівництва) з офіційною назвою «Уманський сад Головного училища садівництва», хоча неофіційно його ще довго іменували «Царициним садом». У 1923 р. парк у черговий раз перейменовано і названо «Сад імені III-го Інтернаціоналу».

Роки **п'ятого періоду** (1929–1955 рр.) починаються 18 травня 1929 р., коли «Сад імені III-го Інтернаціоналу» набув самостійного статусу державного заповідника. До 1955 року парк кілька разів перепідпорядковувався різним відомствам Ради Народних Комісарів тодішньої УРСР, а у 1945 р. йому було повернено історичну назву «Софіївка» і передано Управлінню у справах заповідників, зоопарків і зоосадів при РНК УРСР під назвою «Уманський державний заповідник «Софіївка»».

Дати **шостого періоду** визначаються 1955–1980 роками. 26 вересня 1955 року Постановою Ради Міністрів УРСР за № 1184 «Софіївка» переводиться у відання АН УРСР і підпорядковується у своїй науковій діяльності Центральному ботанічному саду АН УРСР. У ці роки розширено тематику наукових досліджень, виконано значні роботи з реставрації об'єктів парку. У 1957 р. у парку створено Науково-технічну раду. Започатковані широкі дослідження репродуктивних особливостей інтродукованих рослин з метою розробки нових прийомів їх масового розмноження в умовах Лісостепу України. Для реалізації цієї тематики в 1978 р.

створюється установка штучного туману. За матеріалами виконаних у «Софіївці» досліджень друкуються численні наукові статті, З. Я. Іванова видає три монографії, а Б. С. Сидорук і А. Ф. Балабак захищають кандидатські дисертації.

Початок **сьомого періоду** історії «Софіївки» датується квітнем 1980 р., коли внаслідок небаченої до цього повені в ніч з 3 на 4 квітня 1980 р. вода прорвала дамбу Красноставської водойми і селевий потік з велетенськими брилами льоду практично знищив основні малі архітектурні форми парку, його дорожньо-алеїну систему, скульптури, рослинний покрив і т. д., а лише за дві доби до цього стихійного лиха розпорядженням Президії АН УРСР за № 504 від 31.03.1980 р. І. С. Косенка було призначено директором парку [3, 4].

Історія заснування і подальшого розвитку парку «Софіївка» загалом відома всім цінителям історичних парків і в Україні, і далеко за її межами. Починаючи з 19-го сторіччя видано багато книжок різного рівня наукової достовірності і художньої цінності, путівників, статей у наукових виданнях і газетах, переповідають чимало легенд про парк, про його засновників, будівничих і реставраторів [5–14]. Однак, найбільш виваженим науковим підходом вирізняються публікації І. С. Косенка та його послідовників [1, 2, 4, 15–19].

Не претендуючи на їхні пріоритети щодо історії «Софіївки» пропонуване дослідження стосується лише перебігу подій, пов'язаних з діяльністю колективу «Софіївки» і її директора під час найбільших потрясінь останнього 35-річчя, тобто з часу призначення І. С. Косенка директором парку. Варто лише зазначити, що член-кореспондент НАН України Тетяна Михайлівна Черевченко, яка в ті роки виконувала обов'язки заступника директора Центрального республіканського ботанічного саду АН УРСР, однією з перших відчула перспективність Івана Семеновича не лише як надзвичайно відповідального, скрупульозного дослідника, а й як організатора науки і рекомендувала своєму тодішньому директорові — академіку Андрію Михайловичу Гродзинському, зупинити на ньому вибір при призначенні керівника «Софіївки» [3].

Упродовж 35 років, що минули з часу призначення І. С. Косенка директором, можна виділити чотири катаклізми, коли власне вирішувалася доля «Софіївки»:

1. **Квітень–травень 1980 р.** Щойно-призначений директор змушений був долати наслідки природної катастрофи, а саме як непоправну катастрофу сприйняли в усьому світі цінителі історичних парків руйнації спричинені селевим потоком з понад 70-сантиметровою кригою, від ударів якої і сьогодні можна побачити згоїни на вікових деревах. Менш міцні дерева й кущі, альтанки, фонтан «Змія», чимало скульптур і вхідні ворота були повністю знесені (рис. 1, 2), однак наприкінці травня того ж року «Софіївка» вже приймала екскурсійні групи (рис. 3).
2. **1986–1987 рр.** Хімічна загроза, що нависла не лише над «Софіївкою», а й могла спричинити екологічну катастрофу в місті і регіоні (проект цеху нікотинової кислоти під Уманню), була відвернена у травні того ж року завдяки мужності І. С. Косенка і його безмежній вірі в можливість досягнення нездійсненого, якщо правда на твоєму боці.
3. **Буремні 1990-роки**, коли у «Софіївці» рекордними темпами по тальвегу Грекової балки відповідно з історичним (за 1855 р.!) проектом розвитку «Софіївки», будується нова частина з вхідною зоною з вулиці Київська (рис. 4, 5).
4. **2014–2015 рр.** з ініціативи І. С. Косенка проводиться реставрація історичного ядра парку.

Про надзвичайні труднощі роботи директора впродовж кожного з чотирьох названих кризових етапів новітньої історії «Софіївки» і напружену повсякденну працю, повну мобілізацію всіх сил і можливостей можна писати окремі монографії, романи й повісті, що й буде зроблено прийдешніми поколіннями митців і науковців, нині ж зазначимо лише деякі аспекти тих років.



Рис. 1. Зруйнований Головний вхід (квітень 1980 року)



Рис. 2. Рештки Фазанника віднесені повинню до Критського лабіринту (квітень 1980 року)



Рис. 3. Відновлений Головний вхід (серпень 1980 року)



Рис. 4. Будівництво вхідної зони з вул. Київська у розпалі (початок 90-років)



Рис. 5. Новозбудована вхідна зона з вул. Київська (1996 р.)

1980–1984 рр. Матеріали щодо ролі постаті І. С. Косенка як ефективного менеджера, спроможного взяти відповідальність за долю парку й очолюваного ним колективу і долаючи об'єктивні і суб'єктивні перешкоди саме у кризових ситуаціях приймати правильні рішення частково вже були оприлюднені [20, 21]. Однак пригадуючи ті події нині навіть страшно уявити собі, що було б з «Софіївкою», якби в той час її очолював не такий енергійний, амбітний і переконаний у необхідності відродити історичний парк молодий директор, яким був тоді І. С. Косенко. Саме у ті, найбільш критичні години, розкрилися найкращі риси і надзвичайний організаторський талант Івана Семеновича, який зумів не лише мобілізувати весь

трудоий колектив «Софіївки», а також залучитися підтримкою підприємств і установ міста та допомогою Уряду України й АН УРСР. Внаслідок титанічних зусиль трудових колективів парку і всього міста усього за чотири місяці було реставровано понад п'ятдесят об'єктів і «Софіївка» знову набула зовнішнього обліку.

Можна було б заспокоїтись і повернутися до буденних справ, та невдовзі, на додачу до стихійного лиха, в «Софіївці» відбулося скорочення єдиного тоді офіційного наукового підрозділу дендропарку — відділу репродуктивної біології. Ряд науковців, що працювали в «Софіївці», перейшли в інші установи й навчальні заклади. Наукова робота почала занепадати... Однак на глибоке переконання І. С. Косенка неможливо перебувати у віданні Академії наук і не виконувати наукових досліджень! І він розпочав боротьбу у владних інстанціях за відновлення наукового підрозділу, водночас спрямовуючи зусилля колективу на збереження і розвиток попередніх досягнень у галузі ботаніки й садово-паркового мистецтва, збереження історико-культурної спадщини й біотичного різноманіття.

Принципова і наполеглива позиція директора дала свої позитивні наслідки. Спочатку Івану Семеновичу вдалося ввести в штат «Софіївки» дев'ять наукових співробітників, у т. ч. одного кандидата біологічних наук — В. В. Мітіна, а з 1984 р. відновити науковий відділ, щоправда у штаті Центрального республіканського ботанічного саду АН УРСР (нині Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України), однак з розташуванням відділу в «Софіївці». Пропозиції І. С. Косенка були враховані за підтримки місцевої влади, керівництва ЦРБС, Президії АН УРСР та особисто її Президента — академіка Б. Є. Патона, який вже понад півсторіччя опікується «Софіївкою» як перлиною садово-паркового мистецтва світового рівня, яку слід зберегти для прийдешніх поколінь.

Саме за наполегливою порадою академіка Б. Є. Патона, а як було не виконати пораду Президента Академії наук!, Іван Семенович долучився до наукових досліджень сам і спонукав усіх співробітників «Софіївки» підняти рівень дослідів спочатку до рівня кандидатських і докторських дисертацій, а невдовзі досягти світового рівня.

1986–1987 рр. Значно менше відомі зусилля, які доклав І. С. Косенко для відвернення хімічної загрози, що була спричинена планами будівництва цеху нікотинової кислоти під Уманню, хоча про них можна прочитати у виданій ним у 2011 р. книжці (рис. 6) — «Софіївка» за тридцять років (1980–2010) [17], на стор. 14–17 якої наведено факти з історії боротьби за екологічно-чисте повітря у «Софіївці» і в Умані.

Нині, як і тоді, в уже дещо віддалених 1986–87 рр., мало хто з мешканців Умані, а тим більше з численних шанувальників «Софіївки» за її межами, розумів, яка грізна небезпека нависала тоді не лише над «Софіївкою», а й над усім Уманським краєм. У 1986 році була прийнята Постанова ЦК КППС про спорудження нового об'єкта у складі Уманського вітамінного заводу, а саме цеху нікотинової кислоти. Було визначено місце новобудови на межі Уманського та Христинівського районів, виділено кошти, виготовлено проектно-кошторисну документацію. Нинішньому поколінню, звиклому до масових акцій протесту проти значно менш визначальних помилок влади, навіть важко уявити, яку мужність потрібно було мати, щоб домагатись скасування **ПОСТАНОВИ ЦК КППС!** Адже публічний виступ проти Постанови ЦК КППС міг коштувати не лише втрати партійного квитка і, відповідно, посади директора, а й свободи.

Щоправда, сміливості І. С. Косенку додавали переконаність у своїй правоті, підтримка колег і, особливо, схвалення й підтримка академіка А. М. Гроздинського. Тож до Москви І. С. Косенко вирушив з відкритим листом, в якому було викладено екологічні наслідки реалізації планів будівництва. Під листом стояло два підписи: І. КОСЕНКО, директор Уманського дендропарку «Софіївка»; завідувач відділу репродуктивної біології рослин Центрального республіканського ботанічного саду АН УРСР, кандидат біологічних наук та В. МІТІН, старший науковий співробітник відділу, кандидат біологічних наук.

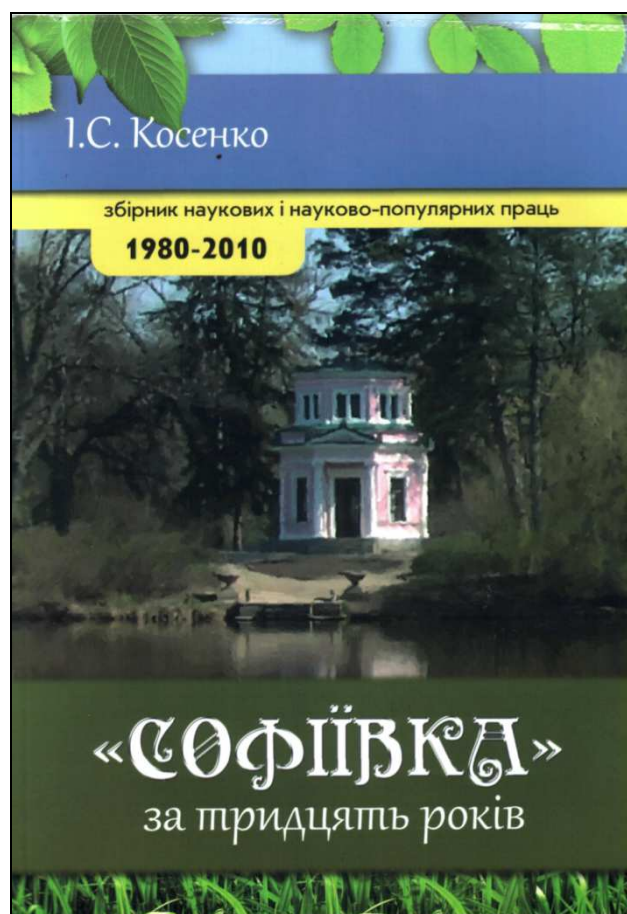


Рис. 6. Обкладинка і сканована копія частини стор. 14 з книжки — «Софіївка» за тридцять років (1980–2010)

Однак і в «Известиях», і у «Литературной газете», що тоді славились на весь СРСР як викривальні борці за правду, дізнавшись, що з приводу будівництва вже є Постанова ЦК КПРС, розмову з українським шукачем справедливості припиняли. Інший, мабуть змирився б, та І. С. Косенко продовжив шукати можливості зупинити будівництво і домогся свого. Заручившись клопотанням А. М. Гроздинського зустрівся з редакторами газети «Советская культура», в якій 5 травня 1987 р. надрукували згаданого листа, а також коментар до нього академіка-секретаря відділення загальної біології АН УРСР, директора Центрального республіканського ботанічного саду АН УРСР, академіка АН УРСР Андрія Михайловича Гроздинського, чим певною мірою підстрахували себе. Ця невеличка публікація, яка тоді у московських кабінетах справила ефект бомби, що розірвалась, можна без перебільшення сказати, врятувала Уманщину від екологічної біди [17].

1992–1996 рр. Завдяки здійсненому І. С. Косенком пошуку в архівних матеріалах і консультаціям зі знаним істориком — знавцем Уманщини, Григорієм Храбаном, йому вдалося очистити від псевдонаукових нашарувань історію будівництва «Софіївки» і його справжніх будівничих, спростувати легенду про міфічного зодчого-кріпака Зарембу [1, 15], яка періодично оприлюднюється неглибокими дослідниками й дотепер. Проведена Іваном Семеновичем багаторічна клопітна праця щодо вивчення історії створення парку увінчалась розкриттям закладеного зодчим парку, польським військовим інженером Людвігом Метцелем архітектурно-семантичного задуму. Внаслідок цього було відновлено втрачені раніше історичні назви ландшафтних композицій та малих архітектурних форм, в образах яких Л. Метцелем були трансформовані і матеріалізовані фрагменти поеми Гомера «Одіссея» [2, 3,

Туман над «Софіївкою» та Уманню

Історія публікації

Переглядаючи архівні матеріали та публікації, що збереглися з минулих років, натрапив на статтю «Туман над «Софіївкою», яка була надрукована в газеті «Советская культура» 5 травня 1987 року, і вирішив теж розмістити в цьому збірнику. Подія ця нині призабута і мало кому відомо, яка грізна небезпека нависала тоді над нашим краєм, у тому числі над «Софіївкою». А вже в 1986 році була прийнята постанова ЦК КПРС про спорудження нового об'єкта у складі уманського вітамінного заводу — цеху нікотинової кислоти з конкретною адресою будівництва — на межі Уманського та Христинівського районів, біля автомагістралі Умань — Вінниця — Львів, на базі новозбудованого складу «Сільгоспхімії». До березня 1987 року вже виготовили проектно-кошторисну документацію, і я був присутній на нараді в кабінеті керуючого трестом «Уманьпромжитлобуд»

13, 15, 18]. Оpubлікована І. С. Косенком в авторитетному Міжнародному науковому журналі «Інтродукція рослин», що видається при Національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка спільно з Національним дендрологічним парком «Софіївка» та Державними дендрологічними парками «Олександрія» (м. Біла Церква) і «Тростянець» (селище Тростянець, Ічнянського району, Чернігівської обл.) НАН України під назвою «Матеріалізація образів Гомерової «Одіссеї» в паркових композиціях «Софіївки» як вершина геніальності Людвіга Метцеля» [19] стала справжнім одкровенням не лише для дослідників історії парку, а й для переважної більшості екскурсиводів, що впродовж десятиріч звикли повторювати побутові назви багатьох паркових композицій і об'єктів, що склалися переважно в період перебування «Софіївки» у віданні Управління військових поселень або в більш пізні періоди, зокрема й радянські часи. Частина з них, як наприклад, готи «Західний» і «Горішок», камінь «Шапка Мономаха», «Кавказька гірка», «Мертве озеро», «Острів кохання» та ін., так само, як некоректні назви статуї «Вічний Жид» або «Агасфер», що в усіх радянських виданнях про «Софіївку» описується під назвою «Зима», виникли через банальне незнання історії, інші через некоректні переклади іншомовних путівників, а деякі — з ідеологічних міркувань. До останніх належить величезна брила граніту, що наполовину виступає з води Нижнього ставу, названа Л. О. Казаріновим уже в ХХ ст. «Каме́нем Смерті́». Відома навіть легенда про загибель сотень кріпаків під цією скелею, що начебто зірвалася з місця, де її встановлювали. Не вдаючись до деталей виконаного І. С. Косенком наукового пошуку для відновлення історичних назв об'єктів парку, неупередженому читачеві рекомендуємо ознайомитись з цитованою статтею [19], однак перерахуємо відновлені історичні назви вищезгаданих, а саме: готи «Західний» і «Горішок» слід називати «Сцілли» і «Поліфема», «Кавказька гірка» — «Острів Ітака», підземну річку «Стікс» — річкою «Ахеронт», «Мертве озеро» — «Ахеронтійське озеро», «Острів кохання» — «острів Анти-Цирцеї», а статую «Вічний Жид» або «Агасфер» чи «Зима» — статуя «Одіссея». Непідготовлений і незнайомий з міфологією Стародавнього Світу людині надто важко збагнути, чому замість такої близької й зрозумілої назви «Горішок» слід вживати грот «Поліфема», адже здається, що величезну гранітну брилу підтримує лише невеликий схожий на горішок округлий камінь (рис. 7), хоча насправді ця брила лежить на природній основі і міцно тримається завдяки майстерному використанню законів фізики, що стосуються стійкої рівноваги.

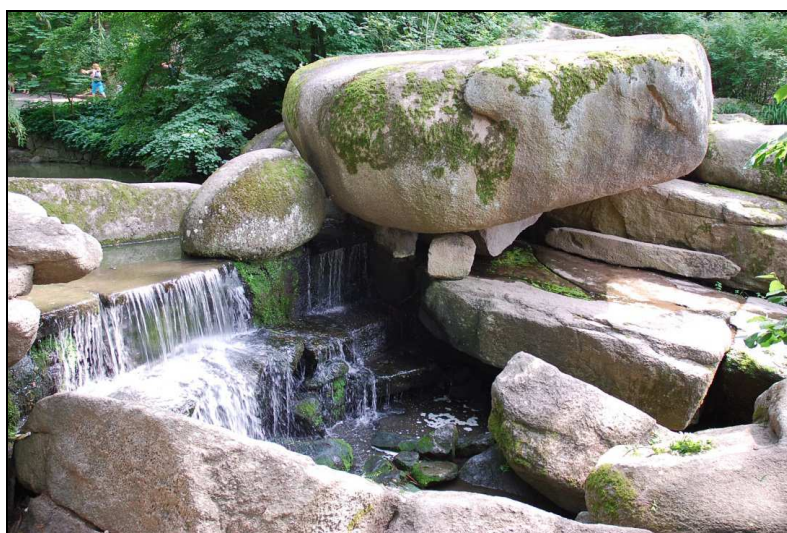


Рис. 7. Грот «Поліфема»

В умовах політичної й економічної кризи 90-років І. С. Косенко у відповідності з оригіналом карти-схеми розвитку «Софіївки» за 1855 р. рекордними темпами розгорнув будівництво нової частини ландшафтного парку по тальвегу Грекової балки з вхідною зоною з вул. Київська [3, 20, 21].

Тож цілком заслужено у 1995 р. «Софіївка» за краще збереження, відновлення й реставрацію пам'ятників історії, культури, архітектурних споруд і природних ландшафтів була нагороджена медаллю, дипломом і пам'ятною табличкою міжнародної організації Європа-Ностра.

У 1999 році за активну роботу зі збереження і відновлення старовинних парків І. С. Косенко нагороджений дипломом та пам'ятним знаком Центру захисту історичних ландшафтів Польщі, а у 2005 р. він став лауреатом Державної премії України в галузі архітектури.

Гарне підтвердження правдивості слів зі старої пісні Л. Ошаніна: «Не думай, що все відспівали, що бурі усі відлунали, працею на мету велику, а слава тебе знайде»!

2014-2015 рр. І сьогодні І. С. Косенко розпочав реставрацію історичного ядра парку за архівними кресленнями. Не всі відвідувачі «Софіївки», звиклі до її непролазних заростів самосіву, схвалюють санітарні рубки, коли на їхніх очах падають підрізані бензопилами начебто старі дерева, однак вже за два-три місяці саме вони ж залишають у книзі відгуків захоплені враження про оновлення парку [20]. З-поміж таких «новацій», як висловлюються незнайомі зі справжньою історією парку молоді його відвідувачі, на особливе схвалення заслуговує реставрація «Острова Ітаки», що прикрашає північно-східний схил над «Нижнім ставом». Очищений від багаторічних відкладень намитого ґрунту, самосійних дерев та перерослого ялівцю беріг вабить око відкритими виходами природних гранітних брил, між якими вдалося відкопати старовинні гранітні сходи, знайомі з дитинства уманцям старшого покоління.

Секрети успіху. Можна називати багато інших, можливо менш гучних, але не менш значимих для України досягнень Івана Семеновича. Спробуймо лише зрозуміти, як він спромігся у роки загальної кризи і занепаду домогтися радикальної реконструкції «Будинку творчості вчених», який дивує своєю зірковістю не лише українців, а й розбалуваних західним сервісом іноземців, побудувати цілий комплекс з лабораторним корпусом, прекрасним готелем, акварієм, магазином «Флора «Софіївки»!

Чому розташована у невеликому провінційному місті «Софіївка» набула міжнародного визнання? Ці питання хвилюють не тільки пересічних відвідувачів «Софіївки», а й науковців. Адже в Україні є парки з не менш славною історією. Так побудована за кошти Ф. К. Браницького для його дружини Олександри білоцерківська «Олександрія» мала у житті подружжя Браницьких незрівнянно вищий статус, ніж статус уманського парку для Потоцьких. Крім того, загальне фінансове становище білоцерківських магнатів було значно стабільнішим, ніж Потоцьких [3, 7]. Не менш точною була композиційна відповідність «Олександрії» канонам ландшафтного стилю. Однак нині слава «Софіївки» перевершує принадності і «Олександрії», і решти старовинних парків.

Не можна знайти іншої відповіді, аніж стандартне посилання на «Людський фактор», вкладаючи у його зміст насамперед генотип і мудрість матері щодо способів виховання, що все життя спонукають І. С. Косенка зробити все, щоб мама пишалася ним, поки вона була жива, і не осоромити пам'ять про неї нині. Решта закономірних, а також нібито випадкових чинників, як то підтримка Президента НАН України академіка Б. Є. Патона, сприяння керівництва Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України, насамперед академіка НАН України А. М. Гродзинського і члена-кореспондента НАН України Т. М. Черевченко, численних урядовців, керівників на місцях, незважаючи на всю їхню надзвичайну вагомість і позитивний вплив на результати діяльності І. С. Косенка — усі вони похідні від природних і вихованих з дитинства чеснот Івана Семеновича, любові дітей і онуків, поваги до колег [3], бережного ставлення до підлеглих.

Протягом 35 років праці на посаді директора, І. С. Косенко став шанованою людиною в колективі, місті, Україні та за її межами, подвижником музейної справи, реконструктором існуючих і творцем нових ландшафтних композицій парку. Так, для зменшення антропогенного навантаження, з метою збереження історичного ядра, у новій, західній частині «Софіївки» нині створено практично новий парк площею 53 га, в якому зосереджено основний колекційний фонд рослин-інтродуцентів. Згідно розпорядження Кабінету Міністрів України № 73 від 11.02.2004 р. Колекції інтродуцентів деревних і кущових рослин внесено до реєстру

Національного надбання. Проведені в «Софіївці» роботи з реконструкції та відновлення історичних ландшафтів, а також зі створення нових ландшафтних композицій нині стали прикладом для збереження інших парків. Завдяки власному баченню особливостей парку, яке ґрунтується на глибоких знаннях і загальній ерудиції, І. С. Косенко зумів возвеличити «Софіївку» до світового рівня, тож цілком справедливо її називають «Чудом України» [3], що підтверджено переконливою перемогою в акції-конкурсі «7 чудес України», яка завершилась 27 серпня 2007 р. врученням пам'ятного знаку.

Свідченням визнання на державному рівні досягнень очолюваного І. С. Косенком колективу «Софіївки», що домігся надзвичайно високих показників у своїй діяльності щодо використання інтелектуального потенціалу нації, реалізації ідей національного відродження й розвитку України, наявність у ньому визнаних на світовому рівні фахівців з величезним досвідом роботи, які забезпечують вагомі наукові результати й реальні перспективи розвитку вітчизняної науки, а також наявність сучасної матеріально-технічної бази, що надає можливість розвивати діяльність сформованих у цій установі НАН України наукових шкіл, став Указ Президента України № 249/2004 р. від 28.02.2004 р., яким дендрологічному парку «Софіївка» наданий статус національної установи, і він став називатись Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України. У 2005 р. Постановою Президії НАН України № 68 від 06.04.2005 р. науковий статус «Софіївки» було підвищено до Науково-дослідного інституту НАН України [3].

Завдяки наполегливості і вмілому підбору кадрів Іваном Семеновичем створено в «Софіївці» чотири наукові відділи і дві наукові лабораторії, Науковий гербарій, відкрито аспірантуру, розвинена потужна матеріально-технічна база. У «Софіївці» працюють 42 науковці, з яких: 2 доктори, 16 кандидатів наук, та 8 аспірантів і здобувачів. Загальна кількість працюючих у парку зросла з 81 у 1980 році до 352 осіб у 2015 р., 140 з яких утримуються за бюджетні кошти, решта — за рахунок спецнадходжень, тобто коштів зароблених трудовим колективом установи. Як керівник науково-дослідного інституту І. С. Косенко постійно піклується про підготовку наукових кадрів, він є членом-кореспондентом НАН України, професором Уманського державного педагогічного університету, організовує майже щорічні експедиційні поїздки наукових працівників «Софіївки» парками і природними насадженнями Австрії, Англії, Болгарії, Італії, Китаю, Німеччини, Польщі, Румунії, Словаччини, США, Туреччини, Угорщини, Франції, Чехії та ін. країн світу [3].

Звідки ж беруться здається майже невичерпні сили і енергія Івана Семеновича Косенка? Як йому вдається зробити те, що більшість вважає неможливим? Аналізуючи його біографію бачимо, що загалом вона мало відрізняється від біографій ровесників, яких не зовсім вдало нині названо «Діти війни». Однак читаймо:

Народився Іван Семенович Косенко 3 грудня 1940 року у с. Хрестителеве, Чорнобаївського р-ну, Черкаської обл., що веде відлік з другої чверті XVIII сторіччя. Село розділене мілководною річкою Коврай, притокою р. Сула, розташоване на берегах озера Бакай. Це лівобережна Україна. До райцентру, смт. Чорнобай, — 16 км. Землі хутора Лозового, з якого бере свої витoki Хрестителеве, належали спочатку Горошинській сотні Лубенського полку, а з 1764 р. — Кропивнянській сотні Переяславського полку. Радянську владу в селі було встановлено у 1919 р. Три страшних роки — з вересня 1941 до вересня 1943 р., село було під німецько-фашистською окупацією. У роки Великої Вітчизняної війни 435 мешканців села воювали на фронтах, 359 з них не повернулися до рідних домівок [3, 20].

Не дочекався батька і Іван Семенович. Його тато — Семен Антонович, загинув у боях на І-му Українському фронті у 1944 р. Тож зростав у типовій для повоєнної України неповній селянській сім'ї і, як писав Василь Симоненко, «тільки матері ласку знати довелось хлопчині цьому». У щоденній з малечку обов'язковій для всіх дітей праці (в Анастасії Макарівни окрім Івана Семеновича зростали ще син Андрій — 1928 р/н та донька Надія — 1936 р/н) формувався характер майбутнього директора. Життя у, м'яко кажучи, дуже обмежених достатках сприяло вихованню у юнака надзвичайної скромності і доброти [3].

Після закінчення школи працював муляром, столяром, монтажником-висотником у різних організаціях Черкаської і Донецької областей. Після закінчення військової служби

працював на різних посадах у галузях народного господарства України. Уманський сільськогосподарський інститут (нині Уманський національний університет садівництва) закінчив у 1970 р., а у 1977 р. — педагогічний факультет Української сільськогосподарської академії (нині Національний університет біоресурсів і природокористування України). У 1971–1980 рр. — викладач Уманського технікуму механізації (нині Агротехнічний коледж Уманського національного університету садівництва). З другого квітня 1980 р. й понині, як вже було зазначено, очолює Національний дендрологічний парк «Софіївка».

Виховав двох чудових доньок, котрим допомагає виховувати чотирьох онуків — двох хлопців і двох дівчат. Безжальна хвороба дуже рано забрала кохану дружину Надію Олексіївну. Овдовіти завжди страшно, а особливо у п'ятдесятирічному віці. Багато журливих пісень складено і написано інших художніх творів про гірку вдовину долю... І то є правда! Однак жінці у повсякденних побутових клопотах мабуть легше, ніж чоловікові втамовувати душевний біль. Іван Семенович не занепає, не зламався. Він увесь час віддає роботі, дарує тепло своєї щедрої душі дітям й онукам, горнеться до рідної мами. Не зраджуючи ні на мить пам'ять про свою Надюшу знайшов у собі сили не тільки жити і працювати, а й прихистити Валентину Петрівну, яка після смерті чоловіка залишилась з донькою сама. От і живуть разом, допомагають один-одному, ростять онуків.

За час трудової діяльності Іван Семенович проявив себе вмілим організатором, принциповим і вимогливим керівником. Велику увагу приділяє розвитку парку та створенню належних умов праці для працівників, піклується про добробут пенсіонерів, що раніше працювали в «Софіївці» та допомагає їм відчувати себе потрібними в колективі людьми. Цю опіку відчув на собі і колишній директор Денис Степанович Кривулько, що прожив майже 105 років [3] і працівниця розсадника Марія Афанасіївна Михайловська, котра пережила 100-річний ювілей, і багато інших пенсіонерів «Софіївки» [20].

І. С. Косенко — людина високих моральних принципів, невтомний дослідник, науковець, педагог та наставник. Його ім'я як вченого і керівника національної установи України, науково-дослідного інституту НАН України широко відоме не тільки в нашій державі, а й далеко за її межами. Перу І. С. Косенка належить 5 одноосібних монографічних робіт та 14 у співавторстві, а також понад 250 наукових та науково-популярних праць, присвячених історії «Софіївки», вивченню рослинного багатства України, теорії інтродукції і акліматизації рослин, збереженню і збагаченню біотичного різноманіття та екології рослин, паркобудівництву та ін. Він є автором нових способів сівби насіння деревних культур та прискороного вегетативного їх розмноження, підтвердженням чому є два авторські свідоцтва та три патенти. За його безпосередньої участі і завдяки ентузіазму у створенні колекцій рослин, зберігаються і щороку поповнюються найкращі колекції рослин Правобережної України родів: ліщина, ялина, ялівець, бук, рододендрон, троянди, а також багатьох витких, ґрунтопокривних та рідкісних і зникаючих видів рослин [3].

І. С. Косенко відомий вчений, визнаний фахівець у галузі біології, дендрології, інтродукції та акліматизації рослин, екології, селекції, садово-паркового мистецтва, реставрації парків та сучасного паркобудівництва. Іван Семенович — доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, заслужений працівник культури України, Акредитований член академії архітектури України, член Міжнародного комітету історичних парків та місць ICOMOS-IFLA [3].

За високі трудові здобутки він отримав ряд державних нагород України — орден «За заслуги» III ступеня (2000 р.), II ступеня (2006 р.) та I ступеня (2015 р.), він лауреат Державної премії України в галузі архітектури (2005 р.), «Заслужений працівник культури України» (1999 р.).

У 2005 році Іван Семенович став лауреатом Міжнародної премії ICOMOS-IFLA імені професора Яна Захватовича, а у 2008 році отримав звання «Почесний громадянин м. Умань» [3].

Іван Семенович є лауреатом премії НАН України ім. В. Я. Юр'єва, нагороджений: срібною медаллю ВДНГ 1985 р., відзнаками НАН України «За трудові досягнення» IV ступеня та «За наукові досягнення», медаллю «Ветеран праці», медаллю і знаком китайської провінції

Ліань, нагрудним знаком ДПА «За честь і службу» і «Умань-поріднення» та має багато почесних нагород державного, регіонального, галузевого та міжнародного рівнів. Неодноразово нагороджувався Почесними грамотами, зокрема Кабінету міністрів України, Президії НАН України, Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка, Черкаської обласної та Уманської міської ради [3].

Життєві пріоритети окремих особистостей і цілих станів змінювались неодноразово протягом років, десятиліть, століть, що минули з часу заснування «Софіївки». Значно швидше змінювались правителі великих держав, назви і межі самих держав, змінювалось підданство і прізвища господарів, статус і відомче підпорядкування парку — вічна тільки любов у всіх її різноманітних проявах, що надихає великі творіння людського генія, які стають втіленням великої романтичної любові: любові до жінки, любові до природи і її красот, любові до мистецтва в усіх його стилях і напрямках, любові до самого життя [21].

Саме це чисте і вічне почуття, висловлене в одній лише його фразі: «Софіївка» — любов моя», надихає Івана Семеновича Косенка до праці й сприяє залученню однодумців до шляхетної справи збереження і розвитку неповторної перлини нашої держави. А «Софіївка» завжди була і залишається вічним прикладом олігархам усіх часів і народів, що слід подарувати коханій, щоб твій дарунок прославив у віках не тільки її, але і тебе самого [21].

Отже, засвідчуючи трудові досягнення й аналізуючи життєвий шлях директора Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України, члена-кореспондента НАН України, доктора біологічних наук, професора, заслуженого працівника культури України, лауреата державної премії України в галузі архітектури, кавалера багатьох державних і відомчих та міжнародних нагород, Почесного громадянина м. Умань, багаторічного члена Українського товариства генетиків і селекціонерів, видатного вченого-фітобіолога, загальнознаного дослідника ліщини і фундука Івана Семеновича Косенка, можна стверджувати про надзвичайно вдале поєднання його генотипу з умовами його прояву внаслідок правильного виховання в сім'ї, що сприяли розвитку кращих рис його постаті як антикризового менеджера спроможного досягати бажаного успіху у найскрутніших економічних і політичних умовах.

Список літератури наведено за порядком цитування.

1. *Косенко І. С.* Ретроспективний огляд історії заснування, будівництва та утримання «Софіївки» / І. С. Косенко // Автохтонні та інтродуковані рослини: зб. наук. праць НДП «Софіївка» НАН України. — 2013. — Вип. 9. — С. 23—27.
2. *Косенко І. С.* 50-річчя Національного дендрологічного парку «Софіївка» як наукової установи НАН України / І. С. Косенко // Автохтонні та інтродуковані рослини України: зб. наук. праць НДП «Софіївка» НАН України. — 2005. — Вип. 1. — С. 7—16.
3. *Опалко А. І.* Творець новітньої історії "Софіївки" (до 70-річчя зо дня народження члена-кореспондента НАН України Івана Семеновича Косенка) / А. І. Опалко // Вісник УТГіС. — 2010. — Т. 8, № 2. — С. 344—350.
4. *Косенко І. С.* Рекультивация ландшафтів і насаджень Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України, зруйнованих повинню 1980 року / І. С. Косенко, В. М. Грабовий, А. І. Опалко // Відновлення порушених природних екосистем: матеріали. III міжнар. конф., (Донецьк, 7–9 жовтня 2008 р.). — Донецьк: ДБС, 2008. — С. 273—280.
5. *Андреев Н.* Софиевка / Н. Андреев // Московский телеграф. — 1832. — № 5. — С. 68—82.
6. *Анциферов Н. П.* Софиевка // Из дум о былом: Воспоминания / Н. П. Анциферов. — М.: Феникс: Культурнаяинициатива, 1992. — Гл. 2. — С. 25—27.
7. *Васильев С. А.* Парки «Софіївка» та «Олександрія»: порівняльний аналіз історії створення / С. А. Васильев, І. І. Кривошея // Старовинні парки і ботанічні сади — наукові центри збереження біорізноманіття та охорона історико-культурної спадщини: матеріали. міжнар. наук. конф., присвяченої 210-річчю «Софіївки», (Умань, 25–28 вересня 2006 р.). — К.: Академперіодика, 2006. — С. 62—67.
8. *Иващенко В.* Исторический очерк Умани и Царицына сада (Софиевки) / В. Иващенко. — К.: Тип. С. В. Кульженко, 1895. — 57 с.

9. *Кравцова І. В.* Історичні особливості формування Національного дендрологічного парку "Софіївка" НАН України / І. В. Кравцова // Наукові записки Вінницького педуніверситету. Сер. Географія. — 2011. — Вип. 22. — С. 77—84.
10. *Усенко П.* Потоцькі, без яких не було б "Софіївки" / Павло Усенко // Студії мистецтвознавчі. — 2010. — № 4. — С. 7—31.
11. *Чубіна Т. Д.* Дендрологічний парк «Софіївка»: садово-парковий комплекс Потоцьких / Т. Д. Чубіна // Наукові праці Чорноморського державного університету ім. Петра Могили: Історичні науки. — 2009. — Т. 100, № 87. — С. 140—148.
12. *Aftanazy R.* Dzieje rezydencji na dawnych kresach Rzeczypospolitej : wojewodztwo braclawskie / Roman Aftanazy. — Wrocław: Zakł. Narod. im. Ossolińskich, 1996. — Т. 10. — 573 р.
13. *Themery T.* Guide de Sophiowka: surnommé la merveille de l'Ukraine, Jardin de la couronne situé près d'Human, dans les colonies militaires / Theodore Themery. — Odessa: A. Braun, 1846. — 63 р.
14. *Trembecki S.* Sofiówka. Poeme polonais; traduit en vers francais par le comte de Lagarde, membre de l'Académie de Naples / Stanisław Trembecki. — Vienne: De L'Imprimerie d'Antoine Strauss, 1815. — 160 р.
15. *Косенко І. С.* Дендрологічний парк «Софіївка» / І. С. Косенко, Г. Ю. Храбан, В. В. Мігін, В. Ф. Гарбуз. — К.: Наук. думка, 1996. — 185 с.
16. *Косенко І. С.* Осіанічні мотиви в паркових пейзажах «Софіївки» / І. С. Косенко // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету: зб. наук. праць. Біла Церква, 2008. — Вип. 54. — С. 19—23.
17. *Косенко І. С.* «Софіївка» за тридцять років (1980–2010): зб. наук. і наук.-популярних праць / І. С. Косенко. — К.: Академперіодика, 2011. — 140 с.
18. *Косенко І. С.* Матеріалізація образів Гомерової «Одіссеї» в паркових композиціях «Софіївки» як вершина геніальності Людвіга Метцеля/ І. С. Косенко // Інтродукція рослин. — 2000. — № 2 — С. 16—21.
19. *Косенко І. С.* Національному дендрологічному парку "Софіївка" НАН України — 210 лет / І. С. Косенко, В. Н. Грабовий // Старовинні парки і ботанічні сади — наукові центри збереження біорізноманіття та охорона історико-культурної спадщини: матеріали. міжнар. наук. конф., присвяченої 210-річчю «Софіївки» 25–28 вересня 2006 р. — К.: Академперіодика, 2006. — С. 15—29.
20. *Опалко А. І.* Відродження «Софіївки» як приклад сталого розвитку в кризових умовах (до 35-річчя члена-кореспондента НАН України Івана Семеновича Косенка на посту директора дендропарку) / А. І. Опалко // Програма науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка та хіміко-біологічного факультету «Концепція сталого розвитку та її реалізація в освіті», (Тернопіль, 16–18 квітня 2015 р.). — Тернопіль: Тернопільський нац. педуніверситет ім. Володимира Гнатюка та ін., 2015. — С. 2.
21. *Опалко А. І.* Відродження «Софіївки» як приклад збереження і розвитку старовинних парків у кризових умовах (до 35-річчя члена-кореспондента НАН України Івана Семеновича Косенка на посту директора дендропарку) / А. І. Опалко // Актуальні проблеми садово-паркового мистецтва: матеріали. міжнар. наук. конф., (Умань, 27–28 травня 2015 р.). — Умань: УНУС; НДП «Софіївка» НАН України, 2015. — С. 18—22.

А. І. Опалко — кандидат сільсько-господарських наук, професор, завідувач відділу фізіології, генетики, селекції та біотехнології рослин Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Збірник "Наукові записки ... Серія: Біологія", що видається в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка, затверджений постановою президії ВАК України від 10.03.10, протокол № 1-05/2.

У збірнику статті публікуються за такими розділами:

Ботаніка
Біотехнологія
Гідробіологія
Екологія
Біохімія
Огляди
Історія науки. Персоналії
Втрати освіти і науки
Теоретичні питання
Загальні проблеми
Повідомлення, рецензії, хроніка

Статті в збірнику друкуються українською, російською або англійською мовами. До статті додається авторська довідка, в якій вказується:

- 1) прізвище, ім'я, по-батькові автора (авторів);
- 2) науковий ступінь авторів, вчене звання, посада;
- 3) адреси і телефони (домашні і службові);
- 4) якщо авторів кілька, вказати, з ким із них вести листування.

До статті додається рекомендація установи (кафедри) про можливість опублікування наукових результатів дослідження, висновок експертної комісії про можливість опублікування статті, а також рецензія від доктора наук у цій галузі. Статті аспірантів та пошукувачів повинні супроводжуватися відгуком наукового керівників. Редакційна колегія збірника просить авторів дотримуватись єдиних правил при оформленні та поданні матеріалів до друку:

1. Матеріали подаються на диску CD або надсилаються електронною поштою на адресу: **ksjynja_13@ukr.net**. Текст подається у вигляді файлу (MS Word). Малюнки подаються додатково у вигляді окремих файлів форматів TIFF, BMP або PCX. Графіки і діаграми подаються додатково у вигляді окремих файлів: MS WordGraf, CorelDRAW! або Adobe Illustrator.

2. До редакції подаються 2 примірники статті, надрукованої через 1.5 інтервали шрифтом Times New Roman (кегель – 14 пт.) на одному боці паперу формату А4. Друк повинен бути чітким. Поля: зверху – 2.5 см, знизу – 2.5 см, зліва – 2.5 см, справа – 2.5 см.

3. Об'єм статті не повинен бути меншим, ніж 5, і не більшим, ніж 12 сторінок машинопису.

4. Статті, оформлені не за правилами, редакцією не приймаються.

ЗАГАЛЬНИЙ ПОРЯДОК РОЗМІЩЕННЯ МАТЕРІАЛУ

УДК

ІНІЦІАЛИ, ПРІЗВИЩЕ АВТОРА (АВТОРІВ)

Назва установи

Адреса установи

НАЗВА СТАТТІ

Резюме українською

Ключові слова (не більше 10-ти)

Власне текст

Список літератури

Резюме російською та англійською мовами (Резюме включають прізвище автора (авторів), назву установи, назву статті, текст резюме та ключові слова)

Для статей експериментального характеру передбачаються такі розділи:

Вступ. Матеріал і методи досліджень. Результати досліджень та їх обговорення.

Висновки.

ОФОРМЛЕННЯ ТЕКСТУ

Всі особливі знаки, а також літери грецького та інших алфавітів, необхідно чітко віддрукувати відповідним знаком на комп'ютері.

Малюнки і текстові таблиці слід нумерувати арабськими цифрами. В порядку першої згадки писати скорочено: рис. 1, табл. 1 і т.д. Якщо малюнок один чи таблиця одна, то у тексті пишеться (таблиця), (рисунок).

Латинські назви таксономічних одиниць наводяться за найновішими джерелами (це не стосується розуміння меж таксонів). Повні латинські назви видів та прізвища авторів треба називати лише один раз при першій згадці, далі за текстом подається скорочений варіант, наприклад:

Типовим видом для цього угруповання є *Fragaria vesca* L. *F. vesca* може траплятись... і т.д.

ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО СПИСКУ ЗГІДНО З ВИМОГАМИ ВАК УКРАЇНИ (Бюлетень ВАК України. - 2008. - № 3. - С. 9-13.)

Характеристика джерела	Приклад оформлення
Книги: Один автор	<p>1. Василій Великий. Гомілії / Василій Великий ; [пер. з давньогрец. Л. Звонська]. — Львів : Свічадо, 2006. — 307 с. — (Джерела християнського Сходу. Золотий вік патристики IV—V ст.; № 14).</p> <p>2. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Коренівський Д. Г. — К.: Ін-т математики, 2006. — 111 с. — (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАН України ; т. 59).</p> <p>3. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталія Дмитрівна Матюх. — К.: Асамблея діл. кіл : Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. — 311 с. — (Ювеліри України: т. 1).</p> <p>4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. — Львів : Кальварія, 2005. — 196, [1] с. — (Першотвір).</p>

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Два автори</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Матяш І. Б. Діяльність Надзвичайної дипломатичної місії УНР в Угорщині : історія, спогади, арх. док. / І. Матяш, Ю. Мушка. — К. : Києво-Могилян. акад., 2005. — 397, [1] с. — (Бібліотека наукового щорічника "Україна дипломатична": вип. 1). 2. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З. В. Ромовська, Ю. В. Черняк. — К. : Прецедент, 2006. — 93 с. — (Юридична бібліотека. Бібліотека адвоката) (Матеріали до складання кваліфікаційних іспитів для отримання Свідоцтва про право на заняття адвокатською діяльністю ; вип. 11). 3. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. — Львів: Растр-7, 2007. — 375 с.
<p>Три автори</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование: как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. : пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. — Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. — XLIII, 265 с.
<p>Чотири автори</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. — К.: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2006. — 106 с. — (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи). 2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздев, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. — К. : Вища освіта, 2006. — 478, [1] с. — (ПТО: Професійно-технічна освіта).
<p>П'ять і більше авторів</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Психология менеджмента / [Власов П. К., Липницкий А. В., Луцких И. М и др.]; под ред. Г. С. Никифорова. — [3-е изд.]. — Х. : Гуманитар. центр. 2007.— 510 с. 2. Формування здорового способу життя молоді : навч.-метод. посіб. для працівників соц. служб для сім'ї, дітей та молоді / [Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська та ін.]. — К. : Укр. ін-т соц. дослідж., 2005. — 115 с.— (Серія "Формування здорового способу життя молоді": у 14 кн., кн. 13).
<p>Без автора</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. — К. : Грані-Т, 2007. — 119 с. — (Грані світу). 2. Воскресіння мертвих : українська барокова драма : антологія / [упорядкув., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. — К.: Грамота, 2007. — 638, [1] с. 3. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця ХІХ — початку ХХ століття : [антологія / упоряд.: Л. Таран, О. Лагутенко]. — К.: Грані-Т, 2007. — 190, [1] с. 4. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук. ред. Каліущенко В. та ін.]. — Чернівці : Рута, 2007. — 310 с.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Багатотомний документ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Історія Національної академії наук України, 1941—1945 / [упоряд. Л. М. Яременко та ін.], — К. : Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, 2007. — (Джерела з історії науки в Україні). Ч. 2: Додатки — 2007. — 573, [1] с. 2. Межгосударственные стандарты : каталог в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Рубцова Е. Ю.: ред. Иванов В. Л.]. — Львов : НТЦ"Леонорм-Стандарт", 2005— (Серия "Нормативная база предприятия"). Т. 1. — 2005.—277 с. 3. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни...: (Дочь врага народа): трилогия / А. Дарова. — Одесса : Астропринт, 2006.— (Сочинения : в 8 кн. /А. Дарова; кн. 4). 4. Кучерявенко Н. П. Курс налогового права : Особенная часть : в 6 т. / Н. П. Кучерявенко.— Х.: Право, 2002.— Т. 4: Косвенные налоги. — 2007. — 534 с. 5. Реабілітовані історією. Житомирська область: [у 7 т.]. — Житомир: Полісся, 2006—. — (Науково-документальна серія книг "Реабілітовані історією": у 27 т. / голов. редкол.: Тронько П. Т. (голова) [та ін.]). Кн. 1 / [обл. редкол.: Синявська І. М. (голова) та ін.]. —2006. — 721, [2] с. 6. Бондаренко В. Г. Теорія ймовірностей і математична статистика. Ч.1 /В. Г. Бондаренко, І. Ю. Канівська, С. М. Парамонова. — К. : НТУУ "КПІ", 2006. — 125 с.
<p>Матеріали конференцій, з'їздів</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу: матеріали Всеукр. конф. молодих учених-аграрників ["Молодь України і аграрна реформа"], (Харків, 11—13 жовт. 2000 р.) / М-во аграр. політики, Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. — Х. : Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. — 167 с. 2. Кібернетика в сучасних економічних процесах: зб. текстів виступів на республік. міжвуз. наук.-практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. — К. : ІСОА, 2002. — 147 с. 3. Матеріали ІХ з'їзду Асоціації українських банків. 30 червня 2000 р. інформ. бюл. — К. : Асоц. укр. банків, 2000. — 117 с. — (Спецвип.: 10 років АУБ). 4. Оцінка й обґрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій: праці конф., 6—9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. ред. В. Т. Трощенко. — К. :НАН України. Ін-т пробл. міцності, 2000. — С. 559—956, XIII. [2] с. — (Ресурс 2000). 5. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. —Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. — 215 с. 6. Ризикологія в економіці та підприємстві : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ податк. адмін. України [та ін.]. — К. : КНЕУ : Акад. ДПС України, 2001. — 452 с.
<p>Препринти</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Шилияев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шилияев Б. А., Воеводин В. Н. — Х. ННЦ ХФТИ, 2006. — 19 с. — (Препринт / НАН Украины. Нац. науч. центр "Харьк. физ.-техн. ин-т" ; ХФТИ 2006-4). 2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б. М. — Чернобыль: Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. — 7. [1] с. — (Препринт / НАН України. Ін-т пробл. безпеки АЕС: 06-1).

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Депоновані наукові праці</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Социологическое исследование малых групп населения / В. И. Иванов [и др]; М-во образования Рос. Федерации. Финансовая академия.- М., 2002. — 110 с. — Деп. в ВИНТИ 13.06.02. № 145432. 2. Разумовский В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев. – М., 2002. — 210 с. — Деп. в ИНИОН Рос. Акад.. наук 15.02.02, № 139876.
<p>Словники</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. А.]. — Х. : Халімон, 2006. — 175, [1] с. 2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії : словник-довідник основ, термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко. — К. : Європ. ун-т, 2007. — 57 с. 3. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. — К. : Карпенко, 2007. — 219 с. 4. Європейський Союз : словник-довідник / [ред.-упоряд. М. Марченко]. — 2-ге вид., оновл. — К. : К.І.С., 2006. — 138 с.
<p>Атласи</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Україна : екол.-геогр. атлас : присвяч. всесвіт. дню науки в ім'я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук, редкол.: С. С. Куруленко та ін.] ; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін]. — / [наук, редкол.: С. С. Куруленко та ін.].— К. : Варта, 2006. — 217. [1] с. 2. Анатомія пам'яті: атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам'яті : посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. — 2-ге вид., розшир. та доповн. — Дніпропетровськ : Пороги, 2005. — 218 с. 3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. — Х.: Ранок, 2005. — 96 с.
<p>Законодавчі та нормативні документи</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во, 2006. — 207 с. — (Бібліотека офіційних видань). 2. Медична статистика статистика : зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько. — К. : МНІАЦ мед. статистики : Медінформ, 2006. — 459 с.— (Нормативні директивні правові документи). 3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. — Офіц. вид. — К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. — VI, 74 с. — (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція).
<p>Стандарти</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Показчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000:2004. — [Чинний від 2006-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — IV, 231 с. — (Національний стандарт України). 2. Якість води. Словник термінів : ДСТУ ISO 6107-1:2004 — ДСТУ ISO 6107- 9:2004. — [Чинний від 2005-04-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 181 с. — (Національні стандарти України). 3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2- 020:2005. — [Чинний від 2007-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — IV, 18 с. — (Національний стандарт України).

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Каталоги	<p>1. Межгосударственные стандарты : каталог : в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Павлюкова В. А. ; ред. Иванов В. Л.]. — Львов : НТЦ "Леонорм-стандарт", 2006—. — (Серия "Нормативная база предприятия").</p> <p>Т. 5. — 2007 — 264 с.</p> <p>Т. 6.— 2007. — 277 с.</p> <p>2. Памятки історії та мистецтва Львівської області : каталог-довідник / [авт.-упоряд. М. Зобків та ін.]. — Львів : Новий час, 2003. — 160 с.</p> <p>3. Університетська книга : осінь, 2003 : [каталог]. — [Суми : Унів. кн., 2003]. —11 с.</p> <p>4. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П. — Донецк: Лебедь, 2005. — 228 с.</p>
Бібліографічні покажчики	<p>1. Куц О. С. Бібліографічний покажчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році / О. Куц, О. Вацеба. — Львів : Укр. технології, 2007.—74 с.</p> <p>2. Систематизований покажчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997—2005 роки /[уклад. Кириць Б. О., Потлань О. С]. — Львів : Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2006. — 11с. — (Серія: Бібліографічні довідники ; вип. 2).</p>
Дисертації	<p>1. Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси: дис. ... доктора фіз.- мат, наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. — К., 2005. — 276 с.</p>
Автореферати дисертацій	<p>1. Новосад І. Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 “Технологія машинобудування” / І. Я. Новосад. — Тернопіль, 2007. — 20. [1] с</p> <p>2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 “Автоматиз. системи упр. та прогрес інформ. технології” / Нгуен Ші Данг. — К., 2007.—20 с.</p>
Авторські свідоцтва	<p>1. А. с. 1007970 СССР, МКИ³ В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). — №3360585/25—08; заявл. 23.11.81 : опубл. 30.03.83, Бюл. № 12.</p>
Патенти	<p>1. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. - № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 : опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).</p>

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

<p>Частина книги періодичного, продовжаного видання</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 6. — С. 15—18, 35—38. 2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень/ Тетяна Грінчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. — 2006. — № 6 — С. 14—17. 3. Валькман Ю.Р. Моделирование НЕ-факторов — основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Биков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2007. — № 1.— С. 39—61. 4. Ма Шуїн. Проблеми психологічної підготовки в системі фізкультурної освіти / Ма Шуїн // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 5. — С. 12—14. 5. Регіональні особливості смертності населення України / Л А. Чепелевська, Р. О. Мойсеєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. — 2007. — № 1.— С. 25—29. 6. Валова І. Нові принципи угоди Базель II / І. Валова; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. — 2007. — Т. 2, № 2. — С. 13—20. 7. Зеров М. Поетична діяльність Куліша // Українське письменство XIX ст. Від Куліша до Винниченка : (нариси з новітнього укр. письменства) : статті / Микола Зеров. — Дрогобич, 2007. — С. 245—291. 8. Третьяк В. В. Возможности использования баз знаний для проектирования технологии взрывной штамповки / В. В. Третьяк, С. А. Стадник, Н. В. Калайтан // Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности : междунар. науч.-техн. конф., 3-5 окт. 2007 г. : тезисы докл. — Х., 2007. — С. 33. 9. Чорний Д. Міське самоврядування: тягарі проблем, принади цивілізації /Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра: проблеми модернізації міст України : (кінець XIX—початок XX ст./Д. М. Чорний. — Х., 2007.— Розд. 3. — С. 137—202.
<p>Електронні ресурси</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. мед. вузів III—IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чусв — 80 Min / 700 MB. — Одеса : Одес. мед. ун-т. 2003. — (Бібліотека студента-медика — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : 1 2 см. — Систем. вимоги: Pentium : 32 Mb RAM : Windows 95, 98, 2000. XP ; MS Word 97-2000.— Назва з контейнера. 2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України ; ред. О. Г. Осауленко. — К. : CD-вид-во "Інфодиск". 2004. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : кольор. : 12 см — (Всеукр. перепис населення, 2001). — Систем. вимоги: Pentium-266 ; 32 Mb RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. — Назва з титул. екрану. 3. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті: (підсумки 10-ї Міжнар. конф. „Крим-2003“) [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник. — 2003. — № 4. — С. 43. — Режим доступу до журн. : http://www.nbu.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Примітки:

1. Бібліографічний опис оформлюється згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

2. Опис складається з елементів, які поділяються на обов'язкові та факультативні. У бібліографічному описі можуть бути тільки обов'язкові чи обов'язкові та факультативні елементи. Обов'язкові елементи містять бібліографічні відомості, які забезпечують ідентифікацію документа. Їх наводять у будь-якому описі.

Проміжки між знаками та елементами опису є обов'язковими і використовуються для розрізнення знаків граматичної і приписаної пунктуації.

3. У списку опублікованих праць здобувача, який наводять в авторефераті, необхідно вказати прізвища та ініціали всіх його співавторів незалежно від виду публікації.

ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ

Ботанический журнал – Ботан. журн.

Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии – Бюл. Моск. о-ва. испытат. природы. Отд.—ние. биол.

Видавництво АН УРСР – Вид-во АН УРСР

Вища школа – Вища шк.

Вісник Київського ботанічного саду – Вісн. Київськ. ботан. саду

Всесоюзная конференция – всесоюзн. конф.

Доклады АН СССР – Докл. АН СССР

Доклады Российской Академии наук – Докл. РАН

Доповіді НАН України – Доп. НАН України

Еколого-біологічні – Екол.-біол.

Журнал общей биологии – Журн. общ. биол.

Записки Білоцерківського сільськогосподарського Інституту – Зап. Білоцерк. с-г. ін-ту

Записки общества естествоиспытателей – Зап. о-ва. естествоиспыт.

Заповідна справа в Україні – Запов. справа в Україні

Збірник – Зб.

Известия Российского географического общества – Изв. Рос. геогр. о-ва

Издательство АН СССР – Изд-во АН СССР

Киев: (рос. мовою) – Киев:

Київ (укр. мовою) – К.:

Ленінград – Л.: Наука, 2005

Материалы – Мат-лы

Матеріали XI з'їзду УБТ – Мат-ли XII з'їзду УБТ

Міжнародна конференція – Міжнар. конф.

Москва – М.: Наука, 1992

Москва, Ленинград – М., Л.: Изд-во АН СССР

Наукова думка – Наук. думка

Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологічні науки – Наук. вісн. Ужгор. ун-ту. Сер. біол. науки.

Науковий світ – Наук. світ

Наукові записки – Наук. зап.

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка – Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка

Общество естествоиспытателей – О-во естествоиспытат.

Перевод с английского – Пер. с англ.

За загальною редакцією – За заг. ред.

Проблемы изучения адвентивной флоры СССР – Пробл. изуч. адвент. флоры СССР

Растения – раст.

Санкт-Петербург – Спб.:

Советская наука – Сов. наука
Тезисы докладов – Тез. докл.
Тезисы докладов Всероссийского совещания – Тез. докл. Всерос. совещ.
Труды – Тр.
Український ботанічний журнал – Укр. ботан. журн.
Физиология и биохимия культурных растений – Физиол. и биохим. культ. раст.
Физиология растений – Физиол. раст.
Флора Восточной Европы – Фл. Вост. Европы
Біологічний – біол.
Біотехнологічний – біотехнол.
Біофізичний – біофіз.
Біохімічний – біохім.
Ботанічний – ботан.
В (у) тому числі – в (у) т. ч.
Гідрологічний – гідрол.
Головним чином – гол. чин.
Господарський – госп.
Господарство – госп-во
Ґрунтовий – ґрунт.
Дивись – див.
Експериментальний – експерим.
Інший – ін.
Кількість – к-сть
Кілограм – кг
Кілометр – км
Концентрація – конц.
Латинський – лат.
Лісотехнічний – лісотехн.
Метр – м
Міжнародний – міжнар.
Мікробіологічний – мікробіол.
Мікроскопічний – мікроскоп.
Мінеральний – мінер.
Мільйон – млн
Мільярд – млрд
Молекулярний – молек.
Морфологічний – морфол.
Морфофізіологічний – морфофізіол.
Нанометр – нм
Наприклад – напр.
Науковий – наук.
Національний – нац.
Неорганічний – неорг.
Нерадіоактивний – нерадіоакт.
Нормальний – норм.
Область – обл.
Органічний – органіч.
Радіаційний – радіац.
Радіоактивний - радіоакт.
Район – р-н
Раціональний – рац.
Рік – р.
Сільськогосподарський – с.-г.

Сільське господарство – с. г.
Спеціальний – спец.
Стаття – ст.
Століття – ст.
Та інше – та ін.
Так далі – т. д.
Так званий – т. з.
Технічний – техн.
Технологічний – технол.
Тисяча – тис.
Тому подібний – т. п.
Тонна – т
Ультрафіолетовий – УФ
Фізіологічний – фізіол.
Характеристика – хар-ка
Хімічний – хім.
Центральний – центр.

ОФОРМЛЕННЯ ІЛЮСТРАЦІЙ

Формат ілюстрацій не повинен перевищувати розмірів аркушу А4. Штрихові рисунки повинні бути чіткими, виконані тушшю чорного кольору на білому папері або роздруковані лазерним принтером. Малюнок за можливості повинен бути розвантажений від підписів, всі умовні позначення повинні пояснюватись у тексті.

Матеріали треба подавати до редакційної колегії журналу (секретарю – О.Б. Мацюк, на кафедрі ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка). Після розгляду матеріалів на засіданні редакційної колегії Вам буде повідомлено про внесення публікації до відповідного номера збірника.

Адреса редакційної колегії збірника:
Редакційна колегія збірника
"Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія"
хіміко-біологічний факультет,
Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2
м. Тернопіль
46027
роб. тел. (0352)-43-59-01
моб. тел. 0976605135

АВТОРИ НОМЕРА

- Авдєєва Л. В.** — доктор біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України (ІМВ НАНУ).
- Бойко Л. І.** — кандидат біологічних наук, завідувач відділу інтродукції та акліматизації рослин Криворізького ботанічного саду НАН України.
- Галкін О. Ю.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри промислової біотехнології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».
- Горбатюк Л. О.** — кандидат технічних наук, старший науковий співробітник відділу екотоксикології 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.
- Гулай В. В.** — кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри біології та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені В. Винниченка.
- Гулай О. В.** — кандидат біологічних наук, доцент, докторант Інституту агроєкології та природокористування НААН України (м. Київ).
- Данкевич Л. А.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу фітопатогенних бактерій ІМВ НАНУ.
- Демченко Н. Р.** — кандидат біологічних наук, старший викладач Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка.
- Димент Г. С.** — кандидат технічних наук, директор наукового центру науково-виробничої компанії «О. Д. Пролісок».
- Дуган О. М.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри промислової біотехнології, декан факультету біотехнології і біотехніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».
- Жукорський О. М.** — доктор сільськогосподарських наук, професор, в.о. академіка-секретаря відділення зоотехнії Національної академії аграрних наук України (м. Київ).
- Заїченко Н. В.** — провідний інженер ІГ НАНУ.
- Киричук Г. Є.** — доктор біологічних наук, доцент, завідувач кафедри ботаніки, біоресурсів та збереження біорізноманіття Житомирського державного університету імені І. Франка.
- Кравець В. І.** — кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри матеріалознавства і новітніх технологій ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника».
- Крючкова Л. О.** — доктор біологічних наук, старший науковий співробітник ІМВ НАНУ.
- Курант В. З.** — доктор біологічних наук, професор кафедри хімії та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка (ТНПУ).
- Лапа С. В.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник ІМВ НАНУ.
- Лисогор Л. П.** — асистент Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет».

- Матвійчук О. А.** — кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (ВДПУ).
- Матяшук Р. К.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, в. о. завідувача відділом дендрології та паркознавства ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України».
- Мойсеєнко М. І.** — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри медичної інформатики, медичної і біологічної фізики Івано-Франківського національного медичного університету.
- Музика Л. В.** — аспірант Житомирського державного університету імені І. Франка.
- Опалко А. І.** — кандидат сільськогосподарських наук, професор, завідувач відділу фізіології, генетики, селекції та біотехнології рослин Національного дендропарку «Софіївка» НАН України.
- Петрина Л. Г.** — доктор біологічних наук, професор кафедри медичної інформатики, медичної і біологічної фізики Івано-Франківського національного медичного університету.
- Позур В. В.** — кандидат біологічних наук, асистент Київського національного університету імені Т. Шевченка, ННЦ «Інститут біології».
- Потапенко М. С.** — студент Київського національного університету імені Т. Шевченка, ННЦ «Інститут біології».
- Потрохов А. О.** — провідний інженер Інституту клітинної біології та генетичної інженерії НАН України.
- Рабченко О. О.** — старший лаборант кафедри ботаніки та зоології ТНПУ.
- Рудик М. П.** — кандидат біологічних наук, асистент Київського національного університету імені Т. Шевченка, ННЦ «Інститут біології».
- Святецька В. М.** — провідний інженер Київського національного університету імені Т. Шевченка, ННЦ «Інститут біології».
- Усок В. С.** — студент Київського національного університету імені Т. Шевченка, ННЦ «Інститут біології».
- Хоменчук В. О.** — кандидат біологічних наук, доцент кафедри хімії та методики її навчання ТНПУ.
- Янковський Д. С.** — доктор біологічних наук, професор, генеральний директор науково-виробничої компанії «О. Д. Пролісок».



Здано до складання 02.06.2015. Підписано до друку 09.06.2015. Формат 60 x 84/18. Папір друкарський.
Умовних друкованих аркушів — 10.6. Обліково-видавничих аркушів — 12.6. Замовлення № 22.
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.
