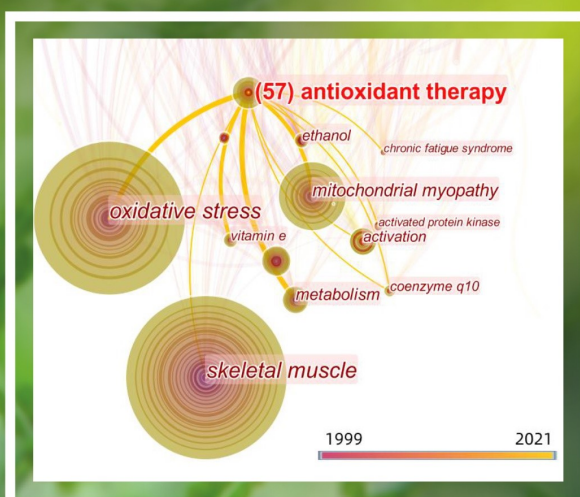
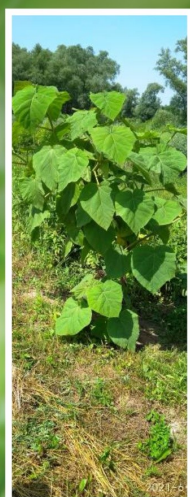
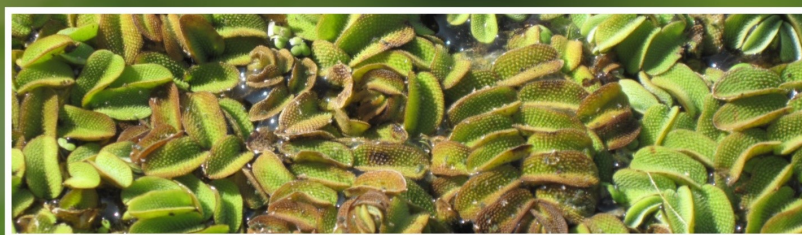


ISSN 2786-524X (Print)
ISSN 2786-5258 (Online)

НОТАТКИ СУЧАСНОЇ БІОЛОГІЇ

NOTES IN CURRENT BIOLOGY



Випуск 2 (2)
2021

Нотатки сучасної біології – науковий журнал, який містить результати досліджень та оглядові статті з біології. Журнал призначений для викладачів, наукових працівників, аспірантів і студентів, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки. Публікують статті, котрі відповідають вимогам та отримали позитивні рекомендації рецензентів. Мови видання: українська, російська, англійська. Періодичність серії – 2 рази на рік.

Головний редактор	Сухомлін К. Б. , доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
Відповідальний секретар	Мотузюк О. П. , кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
Члени редколегії	Акшай Ананд , професор кафедри неврології, Інститут післядипломної освіти медичної освіти та досліджень, Хандігарх, Індія Буга С. В. , доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології, Білоруський державний університет, Мінськ, Білорусь Волгін С. О. , доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна Гайдаржи М. М. , доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини», Київ, Україна Іванців В. В. , доктор біологічних наук, професор кафедри зоології, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна Капліч В. М. , доктор біологічних наук, професор кафедри туризму, природокористування та мисливствознавства, Білоруський державний технологічний університет, Мінськ, Білорусь Коцан І. Я. , доктор біологічних наук, професор, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна Кузнецов І. П. , кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології людини і тварин, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна Манько В. В. , доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин, Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна Мірошніченко М. С. , доктор біологічних наук, професор, академік АН ВШ України, професор кафедри біофізики, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна Моренко А. Г. , доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна Небесна З. М. , доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри гістології Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського, Тернопіль, Україна Ноздренко Д. М. , старший науковий співробітник кафедри біофізики, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини», Київ, Україна Павел Герман , доцент кафедри обчислювальних наук та технологій, Королівський технологічний інститут, Стокгольм, Швеція Пікалюк В. С. , доктор медичних наук, професор кафедри Навчально-наукового медичного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна Жданюк Б. С. , кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна Степанюк Я. В. , кандидат біологічних наук, завідувач кафедри гістології та медичної біології Навчально-наукового медичного інституту, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна Сухомлін М. М. , доктор біологічних наук, професор кафедри фізіології рослин, провідний науковий співробітник відділу динаміки популяцій, Інститут еволюційної екології НАН України, Київ, Україна Ткач Г. Ф. , доктор медичних наук, професор кафедри морфології Медичного інституту Сумського державного університету, Суми, Україна Ценьов Г. , доктор кафедри неврології та рухової активності, Університет Верони, Італія Шевчук М. Й. , доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісового і садово-паркового господарства, Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна
Адреса редколегії	43025, Луцьк-25, просп. Волі, 13, Волинський національний університет імені Лесі Українки. Тел. +38(0332)249327; www. journalbio.vnu.edu.ua; e-mail: lutskeeg@gmail.com .
Рекомендовано	Вченою радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 13 від 28.12.2021 р.)
Зареєстровано	Державною реєстраційною службою України. Свідоцтво про державну реєстрацію Серія KB №24734-14674ПР від 4.01.2021 року.
Атестовано	Атестаційною колегією Міністерства освіти і науки України додаток Додаток 3 до наказу Міністерства освіти і науки України 29.06.2021 № 735)
Засновник та видавець	Волинський національний університет імені Лесі Українки (43025, м. Луцьк, просп. Волі, 13)
Дизайн та верстка	Подолець О. В., Савицька І. С.
Редактор і коректор	Скорук І. Д.
Виготовлювач	Вежа-Друк (м. Луцьк, вул. Шопена, 12) Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України ДК № 4607 від 30.08.2013 р.



ЗМІСТ

РОЗДІЛ I. БОТАНІКА

Юлія Шелюк, Людмила Константиненко

Особливості формування домінантного комплексу фітопланктону у водних об'єктах різного типу 3

Лариса Коцун, Володимир Радзій, Борис Коцун

Моніторинг поширення *Salvinia natans* (L.) all в річці Турія в межах міста Ковель 8

Ірина Кузьмішина, Катерина Сухомлін, Марія Зінченко, Сергій Волгін,

Олександр Зінченко, Світлана Дяків

Сучасний стан біорізноманіття заплави та русла ріки Дністер у селах Липиці та Колодруби, ОТГ: Миколаївська міська громада, Львівська область (Україна) 15

РОЗДІЛ II. ЕКОЛОГІЯ

Володимир Гаврилюк, Андрій Бортнік, Роман Мелимука

Оцінка сучасного стану осушуваних та деградованих ґрунтів Західного Полісся 23

РОЗДІЛ III. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

Ірина Гложик

Процеси вільнорадикального окиснення білків, зміни ліпідного профілю та функціонального стану печінки у щурів на тлі набуті інсулінорезистентності, йододефіциту та інсулінорезистентності у поєднанні з йододефіцитом 30

Василь Пикалюк, Анна Ющук

Особливості клініко-біохімічного та молекулярно-імунологічного статусу хворих на COVID-19 в залежності від віку та супутньої патології 34

Тетяна Шевчук, Людмила Апончук, Юлія Корнійчук, Наталія Мазурець, Наталія Руднік

Функціональні зміни показників реоенцефалографії вертебро-базиллярних відведень у дівчат-підлітків з діагностованою артеріальною гіпертензією 40

Ван Нань, Олександр Мотузюк, Дмитро Давиденко

Аналіз міопатій, пов'язаних з мітохондріальною дисфункцією 44

Тетяна Качинська, Тетяна Лисюк, Анна Тимошук, Валентина Вовк, Ігор Коцан

Особливості якісних та кількісних показників крові в осіб із захворюванням серцево-судинної системи 54



CONTENS

SECTION I. BOTANY

Iulia Sheliuk, Liudmila Konstantinenko

Features of formation of the dominant phytoplankton complex in water bodies of different types 3

Larysa Kotsun, Volodymyr Radzii, Borys Kotsun

Spread monitoring of *Salvinia natans* (L.) all in the Turia river within the Kovel city 8

**Iryna Kuzmyshyna, Kateryna Sukhomlin, Maria Zinchenko, Serhiy Volgin,
Oleksandr Zinchenko, Svitlana Dyakiv**

Biodiversity of the floodplain and channel of the Dniester River in the villages of Lipitsa and Kolodrubny, Stryi district, Lviv region (Ukraine) 15

SECTION II. ECOLOGY

Volodymyr Havrylyuk, Andrii Bortnik, Roman Melymuka

Assessment of the current state of drained and degraded soils of Western Polissya 23

SECTION III. HUMAN AND ANIMALS PHYSIOLOGY

Iryna Hlozhyk

Free radical oxidation of proteins, lipid profile changes and functional status in rats liver with acquired insulin resistance, iodine deficiency and insulin resistance in combination with iodine deficiency 30

Vasyl Pykalyuk, Anna Yushchuk

Features of clinical-biochemical and molecular-immunological status of patients with COVID-19 depending on age and concomitant pathology 34

**Tetyana Shevchuk, Lyudmyla Aponchuk, Yuliia Korniichuk,
Natalia Mazurets, Natalia Rudnik**

Functional changes in rheoencephalography of vertebro-basilar leads in adolescent girls diagnosed with hypertension 40

Wang Nan, Oleksandr Motuziuk, Dmytro Davydenko

A review of several myopathy related to mitochondrial dysfunction 44

**Tetiana Kachynska, Tetiana Lysyuk, Natalia Lavrenuk, Anna Timoshchuk,
Valentina Vovk, Ihor Kotsan**

Features of qualitative and quantitative indicators of blood in persons with cardiovascular disease 54



Розділ І. Ботаніка

УДК 574.91:581.2

DOI <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.2.3-7>

Особливості формування домінантного комплексу фітопланктону у водних об'єктах різного типу

Юлія Шелюк¹, Людмила Константиненко¹

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, Україна

Адреса для листування: Shelyuk_Yulya@ukr.net

Отримано: 03.09.21; прийнято до друку: 15.11.21; опубліковано: 30.12.21

Резюме. Багаторічними дослідженнями (2005–2020 рр.) встановлено особливості формування домінантного комплексу фітопланктону різнотипних водних об'єктів Українського Полісся (річок, озер, водосховищ і водойм, утворених на місці затоплених кар'єрів із видобутку піску, гранітів та ільменітів). У різні сезони до домінуючих належало 216 видів, що складає 24,6 % від їх загального числа, ідентифікованих у складі фітопланктону водойм та водотоків регіону. У флористичному відношенні у складі домінантних комплексів найбагатше представлені відділи діатомових (29,7 % від загальної кількості видів-домінантів), зелених (24,1 %) і евгленових водоростей (19,4 %). Таке співвідношення властиве водоростевим угрупованням планктону всіх досліджуваних типів водних екосистем.

Найбільша подібність складу домінантних комплексів властива планктону річок і створених на них водосховищ ($k=0,48$), також встановлено значну подібність між списками видів-домінантів озер і водойм, утворених на місці затоплених кар'єрів ($k=0,41$).

У більшості досліджених водних об'єктів насиченість складу домінантних комплексів суттєво не змінювалася впродовж вегетаційних сезонів, лише у Дідовому та Острівському озерах у літній період відзначали збільшення числа видів, які формують домінантний комплекс, із подальшим його збідненням восени.

У складі домінантних комплексів фітопланктону виявлено 11 видових і внутрішньовидових таксонів водоростей, нових для Українського Полісся. Поява у складі домінантних комплексів нових для регіону видів значною мірою зумовлена змінами гідрологічного й гідрохімічного режимів водойм і водотоків, пов'язаними з зарегулюванням, осушувальною меліорацією, змінами клімату, а також появою штучних водойм на місці затоплених кар'єрів із видобутку корисних копалин.

Ключові слова: фітопланктон, домінантний комплекс, річки, озера, водосховища, кар'єри, Українське Полісся.

Features of formation of the dominant phytoplankton complex in water bodies of different types

Iulia Sheliuk¹, Liudmila Konstantinenko¹

¹Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

Correspondence: Shelyuk_Yulya@ukr.net

Abstract. Many years of research (2005–2020) established the peculiarities of the formation of the dominant phytoplankton complex of various water bodies of Ukrainian Polesye (rivers, lakes, reservoirs and quarries). In different seasons, 216 species were dominant, which is 24.6 % of the total number of reservoirs and watercourses of the region identified as part of phytoplankton. In terms of floristics, diatoms (29.7 % of the total number of dominant species), green algae (24.1 %) and euglena algae (19.4 %) are the richest in the dominant complexes.

This ratio is inherent in the algae groups of plankton of all studied types of aquatic ecosystems.

The greatest similarity in the composition of dominant complexes is characteristic of plankton of rivers and reservoirs created on them ($k = 0.48$), and a significant similarity was found between the lists of dominant species of lakes and reservoirs formed at the site of flooded quarries ($k = 0.41$).

In most of the studied water bodies the saturation of the dominant complexes did not change significantly during the growing seasons, only in Didovo and Ostrovsky lakes in the summer there was an increase in the number of species that form the dominant complex, with subsequent depletion in autumn.

Eleven species and intraspecific algal taxa new to Ukrainian Polissya have been identified in the dominant phytoplankton complexes. The appearance of new species in the dominant complexes for the region is largely due to changes in the hydrological and hydrochemical regimes of reservoirs and watercourses associated with over-regulation, drainage reclamation, climate change and the emergence of new types of reservoirs at the site of flooded mining quarries.

Keywords: phytoplankton, dominant complex, rivers, lakes, reservoirs, quarries, Ukrainian Polesye.

ВСТУП

Види-домінанти є основою енергетичної і трофічної піраміди водних екосистем, які визначають специфіку планктонних угруповань, їхню продуктивність і якість вод. Склад домінантного комплексу, структура і сукцесія (сезонна й багаторічна) є репрезентативним показником стану гідроекосистем, оскільки саме динаміка популяцій масових видів визначає особливості зміни біомаси загалом [1].

У літературі накопичена низка відомостей щодо часової трансформації домінантних комплексів річкових екосистем Європи від оліготрофно-мезотрофного до мезотрофного й евтрофного станів. Такий перехід відбувся в першій половині минулого століття, трохи пізніше ознаки евтрофування реєструвалися у великих водотоках Європи, наприклад у Рейні [2], у Волзі процес евтрофування став помітним у 1935–1937 рр., коли літом біомаса фітопланктону могла перевищувати 10 мг/дм³ [3], у Дніпрі – у 50–60-х роках, коли дослідники відзначали «цвітіння» води синьо-зеленими водоростями зрегульованих ділянок [4]. Продукційні характеристики 75 видів-домінантів дніпровського планктону були наведені Володимиром Щербаком [5], який зазначив, що найвищу фотосинтетичну активність мають представники Chlorophyta.

Попри наведені в літературі відомості, актуальним залишається вивчення закономірностей формування домінантного комплексу фітопланктону та його сукцесії в типологічно різних водних екосистемах.

Мета роботи – встановити особливості формування домінантного комплексу фітопланктону водних об'єктів різного типу.

МАТЕРІАЛИ Й МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження структури фітопланктону здійснювали впродовж 2005–2020 рр. на різномісних водних об'єктах Українського Полісся. Дослідженнями були охоплені річки Горинь (50°36'17.4" N 26°39'31.9" E; 50°35'26.6" N 26°38'28.3" E; 50°07'19.1" N 26°48'55.2" E; 50°08'14.9" N 26°49'07.4" E; 50°05'59.8" N 26°47'26.1" E), Уборть (51°26'14.2" N 27°53'51.3" E), Случ (50°01'41.9" N 27°41'26.5" E; 50°36'04.3" N 27°37'16.5" E; 50°34'02.3" N 27°40'04.9" E; 50°06'48.6" N 27°41'17.7" E; 50°06'11.2" N 27°41'21.7" E; 50°05'27.9" N 27°40'58.9" E), Жолобниця (51°32'05" N 28°06'20" E), Уж (50°57'01.1" N 28°39'27.2" E; 50°59'22.2" N 28°41'43.1" E; 50°54'02.4" N 28°32'40.5" E), Корчик (50°37'18.8" N 27°09'41.4" E), Вілія (50°07'37.0" N 26°06'56.8" E; 50°10'03.6" N

26°13'26.4" E), Полква (49°58'58.6" N 26°24'34.5" E; 49°59'32.1" N 26°24'05.0" E), Ікопоть (49°45'36.5" N 27°12'29.9" E), Кремно (50°58'28.7" N 28°33'25.8" E; 50°59'31.5" N 28°34'24.4" E; 51°03'29.3" N 28°13'30.2" E), Синявка (50°58'08.6" N 28°43'23.3" E), Деревичка (49°55'12.1" N 27°24'59.8" E; 49°53'47.2" N 27°23'01.9" E), Бересток (50°50'11.2" N 27°46'12.7" E; 50°52'23.1" N 27°47'46.8" E), Гнилоп'ять (49°53'14.4" N 28°34'48.1" E; 49°56'20.7" N 28°33'00.7" E; 50°06'37.7" N 28°31'08.5" E), Гуйва (50°13'21.3" N 28°36'33.0" E; 50°10'46.8" N 28°48'55.9" E; 50°11'23.1" N 28°41'35.2" E), Путятинка (50°15'00.0" N 28°41'53.2" E), Кам'янка Лісова (50°18'03.1" N 28°36'49.9" E), Лісна (50°09'24.1" N 27°56'30.5" E; 50°08'16.2" N 27°56'43.8" E; 50°07'53.8" N 27°57'05.4" E), Коднянка (50°06'57.5" N 28°41'35.0" E), Крошенка (50°17'48.9" N 28°37'38.8" E), Бобрівка (50°13'50.4" N 28°23'27.6" E), Зелена (49°59'41.8" N 27°57'31.4" E; 49°59'35.4" N 28°01'19.9" E); озера карстового походження Воронки (51°32'56.1" N 26°03'44.4" E), Луко (51°36'28.8" N 26°01'10.6" E) й Острівське (51°34'25.0" N 25°59'03.0" E); озеро постгляціального походження Дідове (51°23'20.7" N 28°01'22.2" E) і заболочене озеро Горохівка (51°20'41.5" N 28°51'14.9" E); водосховища: Житомирське (50°14'05.3" N 28°36'37.9" E), Денишівське (50°12'29.3" N 28°24'32.2" E), Бердичівське (49°53'19.7" N 28°34'41.3" E), Новоград-Волинське (50°35'53.3" N 27°37'28.0" E), Миропільське (50°06'26.2" N 27°41'24.9" E); а також водойми, які утворилися на місці затоплених кар'єрів із видобутку корисних копалин: гранітів – Богунський (50°17'23.2" N 28°36'30.0" E), Крошенський (50°17'14.6" N 28°39'25.4" E), Сонячний (50°58'08.6" N 28°43'23.3" E), Цегельний (50°56'24.0" N 28°39'50.5" E) і Морозівський (50°37'21.7" N 27°07'20.5" E); піску – Слобідський (50°13'43.3" N 28°43'48.5" E) і Селецький (50°13'42.3" N 28°44'26.4" E); ільменітів – Іршанський (50°47'02.4" N 28°35'24.7" E). Загалом було відібрано й опрацьовано 2020 альгологічних проб загальновідомими методами. Біомасу фітопланктону визначали розрахунково-об'ємним методом. Оцінку трофічного статусу вод проводили згідно [6].

Для аналізу таксономічного складу водоростей застосовували класифікаційну систему *Algae of Ukraine* [7]. Домінуючими вважали види водоростей, які складали щонайменше 10 % від загальної біомаси проби.

Гідрохімічні й гідрофізичні аналізи проводили посезонно впродовж 2010–2019 рр. [8]

Матриці коефіцієнтів видової подібності обробляли кластерним аналізом із побудовою дендрограм за допомогою пакету Past v3.17.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Загалом аналіз результатів багаторічних досліджень (2005–2020 рр.) різнотипних водних екосистем Українського Полісся засвідчив високе флористичне багатство водоростей, які формували у той чи інший період склад домінантних комплексів планктонних угруповань. Загальний список домінуючих видів у фітопланктоні досліджуваних водних об'єктів включає 216, що складає 24,6 % від загального числа таксонів водоростей рангом нижче роду, ідентифікованих у річках, озерах, водосховищах і

кар'єрах. За відділами види-домінанти розподілилися таким чином: Cyanoprokaryota – 24, Euglenophyta – 42, Chrysophyta – 11, Xanthophyta – 1, Bacillariophyta – 73, Dinophyta – 9, Cryptophyta – 2, Chlorophyta – 52 і Charophyta – 2. Отже, у флористичному відношенні у складі домінантних комплексів найбагатше представлені відділи діатомових (29,7 % від загальної кількості видів-домінантів), зелених (24,1 %) і евгленових водоростей (19,4 %). Таке співвідношення властиве водоростевим угрупованням планктону всіх досліджуваних типів водних екосистем (рис. 1).

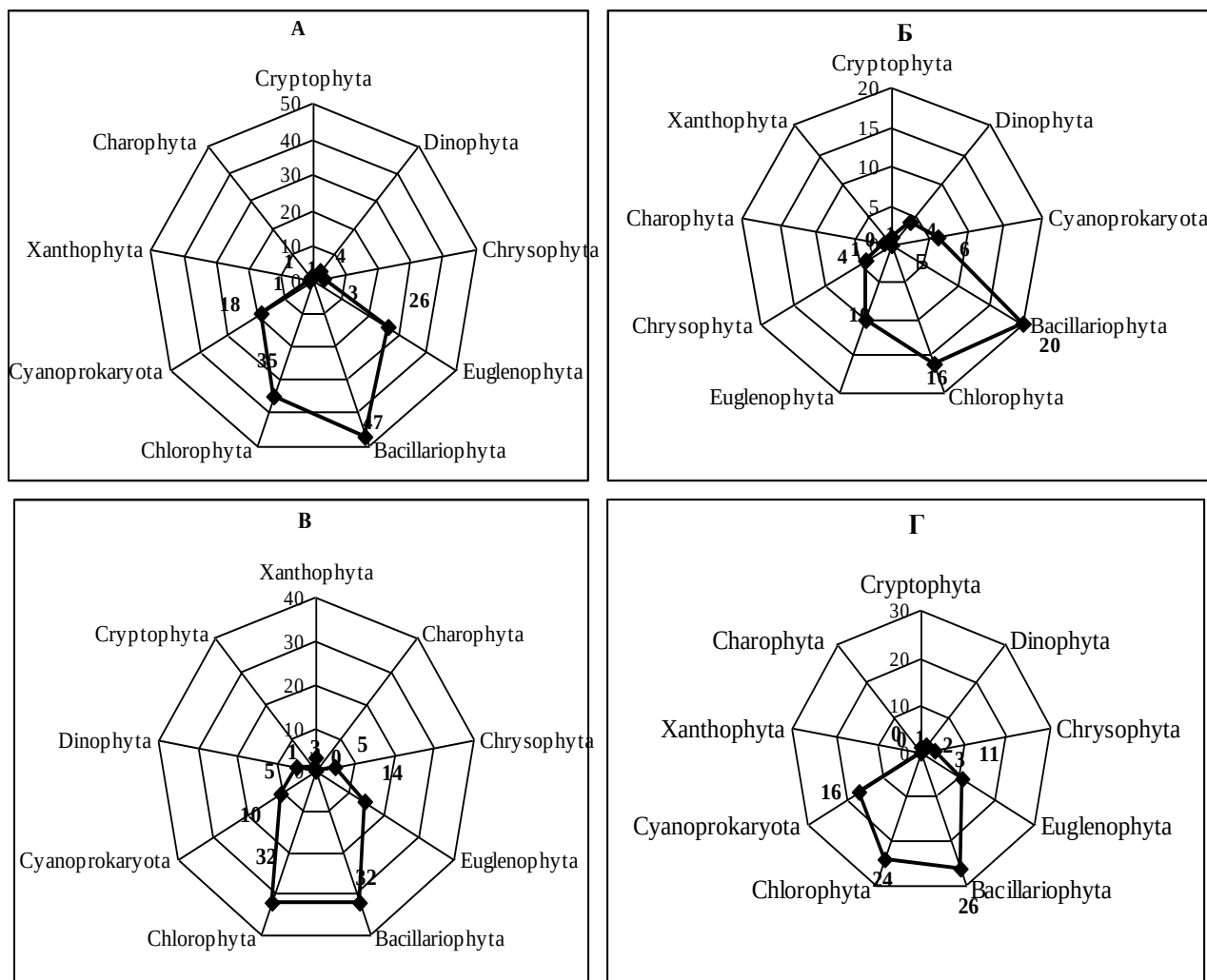


Рис. 1. Таксономічна структура домінантного комплексу фітопланктону річок (А), озер (Б), водосховищ (В), кар'єрів (Г)

Кластеризація водних об'єктів за складом домінантного комплексу фітопланктону дозволила виокремити два кластери: у перший віднесені річки і створені на них водосховища, а в другий – озера й кар'єри, що пояснюється морфометричними особливостями водних об'єктів та їх гідрохімічним режимом¹ (рис. 2).

Максимальну кількість видів і внутрішньовидових таксонів у складі домінантних комплексів

¹ Морфометричні особливості водойм і водотоків поліського регіону, а також результати гідрохімічного аналізу їх вод наведені авторкою у попередніх роботах [9–12].

ідентифіковано у річках (135). Другу позицію за числом видів-домінантів у фітопланктоні займають водосховища (102), третю – водні екосистеми, які утворилися на місці затоплених кар'єрів із видобутку піску, гранітів та ільменітів (83). Найменше число видів-домінантів виявлено в планктоні озер (63). Ймовірною причиною збіднення домінантних комплексів лімнопланктону є досить висока кольоровість озерних вод (середнє її значення сягало $47,67 \pm 4,45^\circ$) – найвища серед досліджуваних типів водних об'єктів.

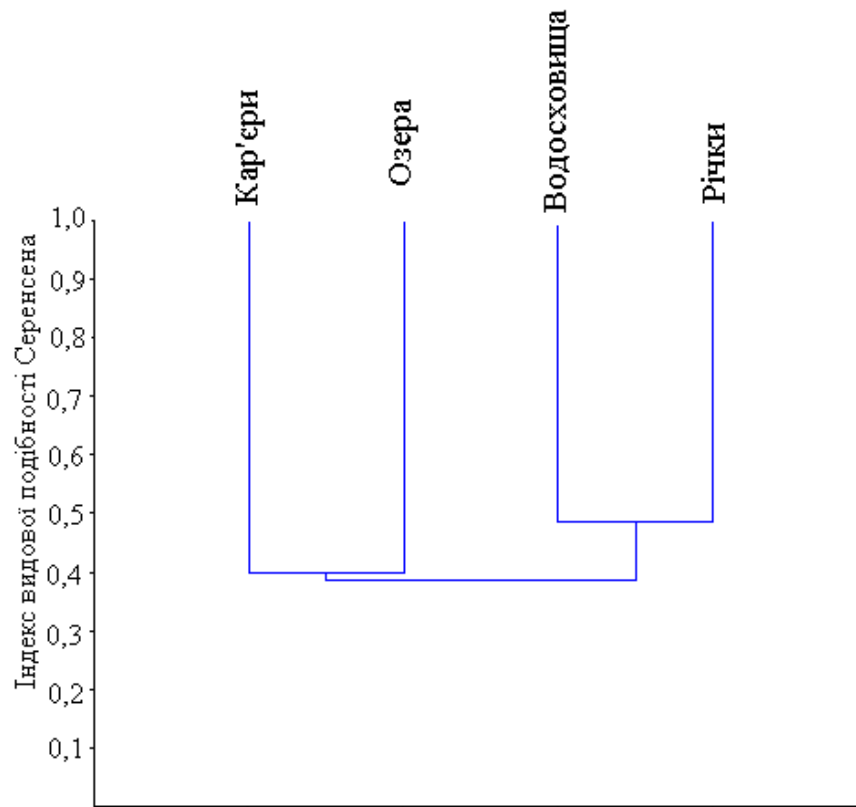


Рис. 2. Дендрограма видової подібності видового складу домінантного комплексу фітопланктону різнотипних водних екосистем Українського Полісся

Аналіз основних тенденцій формування складу домінантного комплексу видів показав, що в річках, трофічний статус яких оцінюється як мезотрофний, домінуючі компоненти фітопланктону переважно сформовані значним числом видів, серед них провідними є представники родів *Cyclotella* (Kützing) Brébisson, *Chlamydomonas* Ehrenberg, *Trachelomonas* Ehrenberg, *Euglena* Ehrenberg, *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont і *Peridinium* Ehrenberg. *Chlamydomonas*. Збільшення вмісту загального нітрогену й фосфору фосфатів у воді річок зумовлює зростання ролі центричних діатомових водоростей, а саме: *Cyclotella Stelligera* (Cleve & Grunow) Van Heurck, *C. meneghiniana* Kützing, *Stephanodiscus hantzschii* Grunow. У річках із частково зарегульованим стоком (Гуйва, Гнилоп'ять, Вілія) в умовах евтрофування посилюється інтенсивність вегетації *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Bornet & Flahault. У водотоках із підвищеною кольоровістю (Уж, Уборть) у складі домінантного комплексу з'являються представники золотистих водоростей *Pseudokephyrion pillidium* Schiller, *Chrysococcus rufescens* Klebs, *Kephyrion ovum* Pascher. У водосховищах домінантні комплекси здебільшого представлені видами родів *Cyclotella*, *Stephanodiscus* Ehrenberg, *Aphanizomenon* A. Morren ex É. Bornet & C. Flahault, *Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault, *Oscillatoria*, *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hassall, F. Schrank, *Acutodesmus* (Hegewald) Tsarenko і *Coelastrum* Nägeli, *Phacotus* Perty.

В озерах домінантний комплекс фітопланктону сформований здебільшого представниками родів *Trachelomonas* Ehrenberg, *Peridinium* Ehrenberg,

Chlamydomonas Ehrenberg, *Crucigeniella* Lemmerm, *Cyclotella* Kützing, *Aulacoseira* Thwaites

Домінантні комплекси водойм, утворених на місці затоплених кар'єрів, відрізняються індивідуальністю, на що вказує відсутність у них спільних видів-домінантів, а також низькі коефіцієнти видової подібності ($K_s = 0,01-0,48$). Це свідчить про своєрідність формування домінантних комплексів штучно створених водойм. У більшості кар'єрів статус видів-домінантів мали: *Cyclotella meneghiniana*, *Chlamydomonas monadina* (Ehrenberg) F. Stein, *Ch. globosa* J. W. Snow, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *Coelastrum microporum* Nägeli.

У сезонному аспекті у річках і створених на них водосховищах, оліготрофних і мезотрофних озерах (Луко, Воронки, Горохівка) та більшості водойм антропогенного походження помітного зменшення числа домінантних видів в осінній період і збільшення в літній не відбувалося, хоча така тенденція властива водоймам і водотокам зони помірного клімату [13, 14]. У мезо-евтрофних Дідовому та Острівському озерах у літній період відзначали збільшення числа видів, які формують домінантний комплекс.

Зіставлення списку видів-домінантів, ідентифікованих авторкою впродовж 2005–2020 рр., із наведеними в літературі зведеннями *Algae of Ukraine* дозволило виявити у складі домінантних комплексів фітопланктону 11 видових і внутрішньовидових таксонів, які раніше дослідниками загалом не зазначалися для водних об'єктів Українського Полісся: *Cyanobium diatomicola* (Geitler) Komárek, J. Kopecký

& Cepák, *Chamaecalyx swirens* (Sirsov) Komárek & Anagnostidis, *Euglena convoluta* Korshikov, *Lepocinclis globosa* Francè, *Trachelomonas abrupta* var. *minor* Deflandre, *Chromulina ovalis* Klebs, *Chromulina rosanoffii* (Woronin) Blochmann, *Uroglena botrys* (Pascher) Conrad, *Achnanthes brevipes* C.Agardh., *Pinnularia oriunda* Krammer, *Gyrosigma distortum* (W.Smith) Griffith & Henfrey.

Це свідчить про досить швидку адаптацію значених видів водоростей до умов існування. Найвірогідніше, поява у складі домінантних комплексів нових для регіону видів зумовлена змінами гідрологічного й гідрохімічного режимів водойм і водотоків, пов'язаними з зарегулюванням, осушувальною меліорацією, змінами клімату, а також появою водойм нового типу на місці затоплених кар'єрів із видобутку корисних копалин.

ВИСНОВКИ

1. У формуванні домінантних комплексів фітопланктону водойм і водотоків Українського Полісся із різним ступенем антропогенного навантаження провідну роль відіграють діатомові (29,7 % від загальної кількості видів-домінантів), зелені (24,1 %) й евгленові водорості (19,4 %). Таке співвідношення властиве водоростевим угрупованням планктону усіх досліджуваних типів водних екосистем. Загалом у фітопланкtonі досліджуваних водних об'єктів ідентифіковано 216 видів-домінантів, що складає 24,6% від загального числа таксонів водоростей рангом нижче роду.

2. Найбільша подібність складу домінантних комплексів властива планктону річок і створених на них водосховищ ($k=0,48$), також встановлено значну подібність між списками видів-домінантів озер і водойм, утворених на місці затоплених кар'єрів ($k=0,41$).

3. У більшості досліджених водних об'єктів насиченість складу домінантних комплексів суттєво не змінювалася впродовж вегетаційних сезонів, лише у Дідовому та Острівському озерах у літній період відзначали збільшення числа видів, які формують домінантний комплекс, із подальшим його збідненням восени.

4. У складі домінантних комплексів фітопланктону виявлено 11 видових і внутрішньовидових таксонів водоростей, нових для Українського Полісся.

ЛІТЕРАТУРА

- Охапкин, А. Г.; Старцева, Н. А. Состав и экология массовых видов фитопланктона малых водоемов городских территорий (диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли). *Ботанический журнал*; 2003, 88(9), с 84–97.
- Fridrich, G.; Müller, D. *Ecology of European Rivers*. Blackwell Scientific: Oxford, 1984; p 265–315.
- Охапкин, А. Г. История и основные проблемы исследования речного фитопланктона. *Ботанический журнал*; 2000, 85(1), с 1–14.
- Литвинова, М. О. *Фитопланктон малых річок Полісся. Проблеми малых річок України*. Наукова думка: Київ, 1974; с 134–139.
- Щербак, В. И. Продукционные характеристики доминирующих видов фитопланктона днепровских водохранилищ. *Альгология*; 1998, 8(3), с 286–294.
- Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод*; ред. В. Д. Романенка. ЛОГОС: Київ, 2006; с 8–24.
- Tsarenko, P. M.; Wasser, S. P.; Nevo, E. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Cyanoprocaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta, and Rhodophyta*. Ganter Verlag: Ruggell, 2006; p 713.
- Лурье, Ю. Ю. *Унифицированные методы исследования качества вод*. Изд-во Совета экономической взаимопомощи: Москва, 1977, ч. 3, с 91.
- Shelyuk, Y. S. Regularities of primary production formation in river ecosystems (the basins of the Pripjat and Teteriv Rivers, Ukraine). *Hydrobiological Journal*; 2019, 55(4), с 38–54.
- Shelyuk, Y. S.; Shcherbak, V. I. Phytoplankton structural and functional indices in the Rivers of the Pripjat and Teteriv basins. *Hydrobiological Journal*; 2018, 54(3), с 10–23.
- Шелюк, Ю.; Щербак, В.; Козин, Ю. Піонерні сукцесії фітопланктону водойм антропогенного походження. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*; 2017, 7(356), с 109–115.
- Шелюк, Ю.; Житова, О.; Курин, Н. Особливості формування озernого фітопланктону. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*; 2019, 4(388), с 17–23.
- Щербак, В. И. *Фитопланктон Днепра и его водохранилищ. Растительность и бактериальное население Днепра и его водохранилищ*. Наукова думка: Киев, 1989; с 77–84.
- Корнева, Л. Г. Динамика разнообразия планктонных альгоценозов в водохранилищах и озерах Волжского бассейна. *Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований: материалы Всероссийской конференции (24–28 ноября 2008, Вологда)*. Вологда; 2008, с 69–72.



Моніторинг поширення *Salvinia natans* (L.) All. в річці Турія в межах міста Ковель

Лариса Коцун¹, Володимир Радзій¹, Борис Коцун¹

¹Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

Адреса для листування: Kocun.Larisa@ukr.net

Отримано: 10.09.21; прийнято до друку: 15.11.21; опубліковано: 30.12.21

Резюме. *Salvinia natans* (L.) All. – вид, що охороняється на міжнародному рівні: включений до Додатку I Бернської конвенції про охорону дикої фауни і флори, Європейського червоного списку (категорія NT Near Threatened), списку МСОП (категорія Least Concern). На національному рівні вид охоронявся до 2021 року (третє видання ЧКУ), з 2021 року вилучений з ЧКУ четвертого видання. За результатами досліджень з'ясовано, що вид масово поширюється в річці Турія, утворює суцільні килими з проективним покриттям 100 %. В межах планової діяльності за даними дистанційного зондування оселище *S. natans* локалізовано на площі 0,09 га. Виявлено, що початок вегетації виду розпочався з середини липня і тривав до початку жовтня. Планована діяльність на території заплави не становить загрози для існування популяції *S. natans*.

Ключові слова: *Salvinia natans*, поширення, Червона книга, дистанційний моніторинг.

Spread monitoring of *Salvinia natans* (L.) All. in the Turia river within the city Kovel

Larysa Kotsun¹, Volodymyr Radzii¹, Borys Kotsun¹

¹Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: Kocun.Larisa@ukr.net

Abstract. Resume: *Salvinia natans* (L.) All. - it is an internationally protected species (included in Annex I of the Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, the European Red List (category NT Near Threatened), the list of the International Union for Conservation of Nature (category Least Concern). At the national level, the species was protected until 2021 (the third edition of the Red Book of Ukraine with conservation status - invaluable), was removed by the Red Book of Ukraine of the fourth edition from 2021. Research has shown that the species is widespread in the Turia River, forming continuous carpets with 100% projective coverage. As part of the planned activities, according to remote sensing, the settlement of *S. natans* is located in an area of 0.09 ha. According to the Sentinel-2 image, the following was determined: the average value of NDVI (as of 15.09.2020) of natural habitats of *S. natans* is 0.65–0.73, which corresponds to the good condition of vegetation. It was found that the beginning of the species vegetation began in mid-July and lasted until early October. Deterioration of the hydrological regime of the Turia River within the planned activities is accompanied by processes of synanthropization of plant groups, the dominance of dangerous invasive species. Studies have shown that the vegetation of the planned area is not valuable from a botanical point of view and is characterized by typical for anthropogenically disturbed areas synanthropic groups and fragmentary inclusions of the dangerous invasive species *Artemisia artemisiifolia*. In the absence of appropriate measures, these processes will intensify. Planned activities in the area of float and clearing the channel do not pose a threat to the existence of the population of *S. natans*. In addition, the growth of the species on the Turia River contributes to the deterioration of its ecological condition, which is manifested in a decrease in oxygen content in the water during its mass distribution, which can cause suffocation of fish, the aesthetic appearance of the reservoir is lost during the extinction of continuous mats of the species, the recreational opportunities of the reservoir are reduced, etc.

Key words: *Salvinia natans*, distribution, Red Book, remote monitoring.

ВСТУП

Salvinia natans (L.) All. – вид, включений до Додатку I Бернської конвенції про охорону дикої фауни і флори [1], Європейського червоного списку

(категорія NT Near Threatened) [2], списку Міжнародного союзу охорони природи (категорія Least Concern) [3], до третього видання Червоної книги України із природоохоронним статусом – неоцінений в межах держави [4]. Вид занесений до Черво-

ної книги Республіки Білорусь (статус охорони IV) [5], охороняється в Польщі [6, 7]. В Росії на північній межі свого ареалу вид включений до регіональних червоних книг: Республік Башкортостан та Татарстан, Ульяновської та Самарської областей, Алтайського та Забайкальського краю тощо [8].

У 2020 році за рішенням Національної комісії з питань Червоної книги України (протокол № 11 від 10 червня 2020 року) затверджено перелік видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ), до складу якого ввійшла *S. natans* (наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15 лютого 2021 року № 111 (набув чинності 09.04.2021) [9].

S. natans не входить до додатків Бернської конвенції, які трапляються в об'єктах Смарагдової мережі України [10]. Вид є типовим для оселищ Смарагдової мережі в Україні: В 3.2.2 Мезотрофні та евтрофні водотоки з повільною течією (за класифікацією Резолюції 4 Бернської конвенції: Смарагдова мережа України), С 2.33 Мезотрофна рослинність повільно текучих водотоків; С 2.34 Евтрофна рослинність повільно текучих водотоків (за класифікацією біотопів EUNIS) [11].

Голарктично-давньосередземноморський вид. Ареал *S. natans* досить широкий, з двома осередками: Східноазійський (від Малайського архіпелагу через Китай, Центральну Японію і Маньчжурію) і Європейський (Пд. і Сх. Європа), з вторинними осередками в інших частинах світу. В Україні трапляється у водоймах долин річок Дніпра, Десни, Сіверського Дінця, Півд. Бугу, Дністра, Дунаю, Ужа, Латориці, Боржави, гирлових областях річок, штучних водосховищах Дніпровського каскаду, ставках Лісостепу і Степу [4]. Вид приурочений до мезо-евтрофних і евтрофних прісноводних замкнених або слабопроточних водойм, що добре прогріваються, з мулистопіщаними і мулистими відкладами на слабозатінених ділянках з товщею води 30–50 (250) см. Входить до складу плаваючих угруповань (кл. *Lemnetea*), де виступає діагностичним видом ряду асоціацій (*Spirodelo-Salvinietum natantis*, *Lemno minoris-Salvinietum natantis*, *Salvinio-Hydrocharietum* тощо [4].

Вид представлений в колекції Одеських Вищих Жіночих Педагогічних Курсів (ОВЖПК), що є частиною Гербарію Одеського національного університету імені І. І. Мечникова (MSUD) [12]. У флорі України наводяться місцезростання *S. natans* у Київській, Одеській, Харківській областях тощо [13]. Сучасні дослідження проводили О. Безсмертна зі співавторами, які наводять 18 локалітетів для території Західного та Житомирського Полісся (у межах Волинської, Рівненської та Житомирської областей), з яких 14 – підтверджені гербарними матеріалами або ж усними повідомленнями авторів статті [14]. Науковці відзначають, що в деяких локалітетах вид реєструвався впродовж кількох років і утворює стабільні популяції [15, 16]. У 2020 році колектив авторів публікує узагальнені дані про поширення *S. natans* та наводять інформацію про 400 локалітетів виду майже в усіх областях України [17]. Аналіз публікацій останніх років

свідчить про поширення виду у багатьох старих руслах річок та штучних водоймах у Польщі, а основною причиною його вчені відзначають наслідки глобального потепління [6, 7]. Тепліші зими та весни, мала кількість опадів, пониження рівня вод, збільшення кількості періодів із стоячою водою на річках, довший вегетаційний період є основними чинниками експансії *S. natans*.

У Росії спостерігається також розширення ареалу виду на багатьох старицях та карстових озерах Республіки Башкортостан [8], де вона часто утворює суцільні зарості. В Республіці Білорусь виявлені нові місцезростання *S. natans* [5].

Метою дослідження є моніторинг сучасного стану природних оселищ *S. natans* у межах планової діяльності в місті Ковелі Волинської області.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Річка Турія перетинає місто Ковель з півдня на північ. Протяжність річки в межах міста становить 8,13 км. Дослідження проводили у 2020 році в межах планованої діяльності вздовж лівого й правого берегів річки Турія протяжністю 223,8 м, північніше від шляхопроводу по вулиці Сагайдачного в місті Ковелі Волинської області (рис. 1).

Територія планованої діяльності (капітальний ремонт русла річки Турія в районі вул. Сагайдачного) в місті Ковелі розташована в центральній частині міста. Русло річки в межах досліджуваної ділянки має ширину 9–50 м, утворює широкі плеса і переكاتи за рахунок відкладення твердого стоку. Дно на плесах супіщане та піщане, на перекатах мулисте або зрідка торф'янисте. Ґрунтовий покрив заплави належить до лучно-болотних та мулуватоболотних неосушених ґрунтів. Враховуючи темпи природного відновлення *S. natans* у водоймах заходу України, проведення реконструкції русла і заплави річки Турія в межах міста Ковеля не створює загрози для популяції виду.

Заплава р. Турія характеризується великою кількістю об'єктів природо-заповідного фонду України (ландшафтні заказники місцевого значення «Прирічний», «Свято-Бузаківський» та «Сірче», гідрологічний заказник місцевого значення «Турський»), проте вони знаходяться нижче від місця планованої діяльності з реконструкції русла річки. Відповідно до листа Управління екології та природних ресурсів Волинської ОДА № 1066/1.15/2-20 від 04.05.2020 р. земельна ділянка не належить до територій та об'єктів природно-заповідного фонду. Кілометром нижче за течією від території планованої діяльності розташовано об'єкт Смарагдової мережі UA0000170 «Заплава р. Турія – р. Прип'ять» площею 16196,0 га [18].

З метою виявлення популяції вільноплаваючих килимів *Salvinia natans* проведено моніторинг та аналіз за даними дистанційного зондування Землі в період від березня 2020 року по жовтень 2020 року. Для моніторингу стану рослинності на досліджуваній території використано дані дистанційного зондування Землі проекту *Copernicus* Європейського космічного агентства (ESA). Зокрема,

дані супутника *Sentinel-2*, має великий потенціал для точної класифікації та моніторингу природних угідь, оскільки може поєднувати високе просторове

розрізнення, широке покриття і стислий час оновлення (близько 5 днів) [19, 20].



Рис. 1. Вигляд на русло р. Турія в межах планованої діяльності (м. Ковель, район вул. Сагайдачного, 18.03.2020 р.)

Номенклатура таксонів наведена за С. Л. Мосякіним і М. М. Федорончуком [21] з урахуванням APG IV [22]. Фіксація локалітетів *Salvinia natans* у м. Ковель датуються 25.08.2014 (О. Безсмертна, KWHU), 06.08.2018, 10.07.2019 (О. Безсмертна, В. Гелюта), липень – вересень 2020 р. (Л. Коцун, В. Радзій, Б. Коцун).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У рослинному покриві ділянки планової діяльності домінують у деревному ярусі *Salix alba* L. та *S. fragilis* L., *Acer negundo* L. Чагарниковий ярус майже відсутній. Синантропна рослинність представлена класами *Plantaginetea majoris*, *Bidentetea tripartitae*, *Galio-Urticetea* та *Artemisietea vulgaris*. У травостої заплави трапляються різні види осок: *Carex acuta* L., *C. acutiformis* Ehrh., *C. rostrata* Stokes, *Ranunculus sceleratus* L., *Polygonum*

amphibium (L.) Delarbre, *Polygonum hydropiper* (L.) Delarbre, *Bidens tripartita* L., *B. frondosa* L., *Urtica dioica* L., *Galium aparine* L., *Lysimachia nummularia* L., *Mentha aquatica* L., *Lycopus europaeus* L., *Glyceria maxima* (C.Hartm.) тощо. Фрагментарно зростає карантинний вид *Artemisia artemisiifolia* L. з проективним покриттям на деяких ділянках 25–40 %. В районі дослідження вид *S. natans* вище від планованої діяльності утворює монодомінантні угруповання з великою кількістю особин на 1м² (120–200 особин) (100 % проективне покриття) (рис. 2). Повільна течія річки Турія, невелика глибина та висока евтрофікація води сприяють утворенню суцільних плаваючих килимів виду. В межах території планової діяльності вид зосереджений фрагментарно на ділянках із повільною течією – у мілководних затоках, утворених внаслідок природного замулення та заростання русла (рис. 3–5).



Рис. 2. *Salvinia natans* (L.) All



Рис. 3. *Salvinia natans* в мілководних затоках русла річки Турія в межах планованої діяльності



Рис. 4. Поширення *Salvinia natans* в межах планованої діяльності
(р. Турія м. Ковель район вул. Сагайдачного, вигляд на Дім молитви, 18.09.2020 р.)



Рис. 5. Поширення *Salvinia natans* в межах планованої діяльності
(р. Турія м. Ковель район вул. Сагайдачного, вигляд на міст, 18.09.2020 р.)

Проведений моніторинг даних дистанційного зондування дозволив встановити початок та закінчення періоду вегетації природних оселищ *Salvinia natans* в межах проекрованої діяльності. Виявлено, що вегетація розпочалася в середині липня та тривала до початку жовтня.

Вихідними матеріалами дослідження (встановлення площі покриття в межах планованої діяльності) слугували дані мультиспектрального знімка

Santinel-2 від 15.09.2020 р., взяті з ресурсу Sentinel Hub (<https://apps.sentinel-hub.com>), код продукту «L1C_T34UGB_A025973_20200915T092052» (рис 6.). Щодо отриманих знімків здійснено атмосферну корекцію за методом DOS1 та передискретизацію з роздільною здатністю 10 м в середовищі вільної географічної інформаційної системи з відкритим кодом QGIS.



Рис. 6. Космознімок Sentinel-2 м. Ковель

Проведений аналіз рослинності за знімком здійснено за каналами B12, B8A, B03. Ця комбінація забезпечує «природну» передачу кольорів. Здорова рослинність буде яскраво-зеленою і може змінювати насичення в різні вегетаційні періоди, луки показуються зеленими, рожеві ділянки – деградований ґрунт. Міська забудова відображається в різних відтінках пурпурного.

З проведених досліджень даних дистанційного зондування встановлено, що в межах планованої

діяльності природне оселище *Salvinia natans* локалізовано на площі 0,09 га (рис. 7–8). Оцінку стану рослинності в межах русла проведено за NDVI – нормалізований вегетаційний індекс (*Normalized Difference Vegetation Index*). За даними знімка Sentinel-2 встановлено: середнє значення NDVI (станом на 15.09.2020 р.) природних оселищ *Salvinia natans* – 0,65–0,73 (рис. 8), що відповідає доброму стану рослинності [8–9].

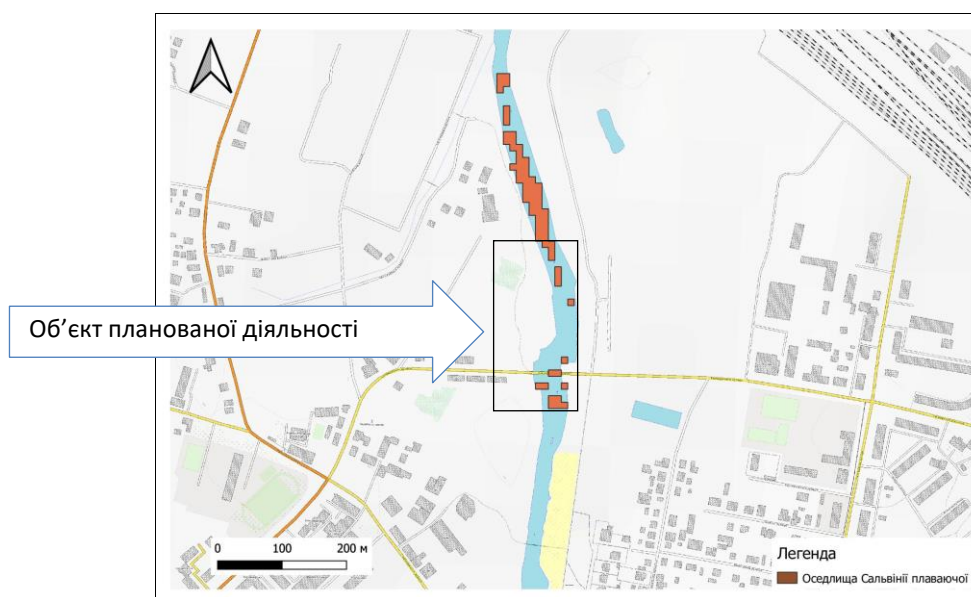


Рис. 7. Локалізація поширення природного оселища *Salvinia natans* в районі шляхопроводу по вул. Сагайдачного м. Ковель

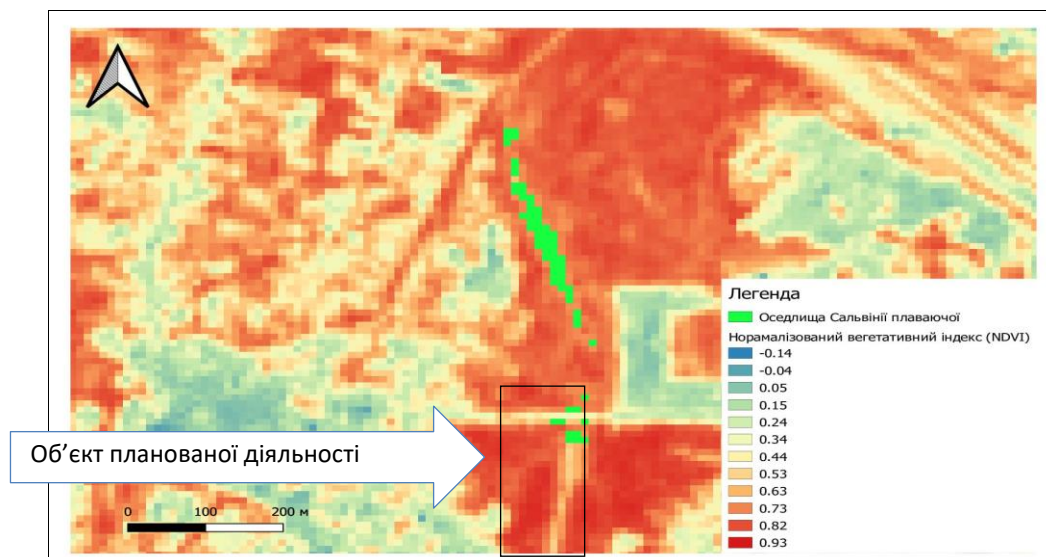


Рис. 8. Результати опрацювання зображення знімка Sentinel-2 з допомогою вегетаційного коефіцієнта (для наочності ареали природного оселища *Salvinia natans* зображено в яскраво-зеленому кольорі)

ВИСНОВКИ

Погіршення гідрологічного режиму річки Турія в межах планованої діяльності супроводжується процесами синантропізації рослинних угруповань, засиллям небезпечних інвазійних видів. Проведені дослідження засвідчили, що рослинність ділянки планованої діяльності не становить цінності з ботанічної точки зору і характеризується типовими для антропогенно порушених територій синантропними угрупованнями та фрагментарними включеннями небезпечного інвазійного виду *Artemisia artemisiofolia*. За відсутності відповідних заходів ці процеси будуть тільки посилюватись. При подальшому обмілінні русла існує загроза зникнення *S. natans* в результаті заростання вказаних ділянок прибережно-водною рослинністю. Планована діяльність на території запови та розчищення русла не становлять загрози для існування популяції цього виду. Крім того, розростання *S. natans* на річці Турія сприяє погіршенню її екологічного стану, що проявляється у зменшенні вмісту кисню у воді під час її масового поширення, що може викликати задуху риби, втрачається естетичний вигляд водойми під час відмирання суцільних килимків виду, зменшуються рекреаційні можливості водойми тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Берн, 1979 р.). Мінекобезпеки України: Київ, 1998; 76 с. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_032#Text.
2. Christenhusz, M.; Lansdown, R.V.; Bento Elias, R.; Dyer, R.; Ivanenko, Y.; Rouhan, G.; Rumsey, F. & Väre, H. 2017. *Salvinia natans*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T163996A85449648. Downloaded on 06 November 2021. URL: <https://www.iucnredlist.org/species/163996/85449648>.
3. Allen, D.J. 2011. *Salvinia natans*. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: e.T163996A5688211. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T163996A5688211.en>. Downloaded on 06 November 2021. URL: <https://www.iucn-redlist.org/species/163996/5688211>.
4. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Глобалконсалтинг: Київ, 2009; 900 с.
5. Мойсейчик, Е. В. Новые находки охраняемых видов растений на малых трансформированных водотоках бассейна реки Припять. *Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика Н. В. Смольского. 7–9 октября 2015, Минск, Беларусь. В 2 ч. Ч. 1.* Конфидо: Минск, 2015; с 143–146. URL: <http://hbc.bas-net.by/hbcinfo/books/Moyseichik2015.pdf>.
6. Mirosława Pietryka, Dorota Richter & Magda Podlaska. The distribution of *Salvinia natans* (L.) All. in the Odra and the Oława River valleys in Wrocław area (Poland). *Biodiv. Res. Conserv.* 49, 2018, s 7–14. URL: <https://shortest.link/2VGv>
7. Agnieszka Gałka, Józef Szmaja. Phenology of the aquatic fern *Salvinia natans* (L.) All. in the Vistula Delta in the context of climate warming. *Limnologica* 43, 2013, p 100–105.
8. Кулєв, Б. Р.; Артюхин, А. Е.; Михайлова, Е. В. Новые находки *Salvinia natans* L. (All) в Нуримановском районе Республики Башкортостан. *Биомика*, 2017. Том 9, № 2, с 136–140. URL: https://www.researchgate.net/publication/320043913_The_discovery_of_Salvinia_natans_L_All_in_Nurimanovsky_district_of_the_Republic_of_Bashkortostan_Novye_nahodki_Salvinia_natans_L_All_v_Nurimanovskom_rajone_Respubliki_Bashkortostan.
9. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.02.2021 «Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ)». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0371-21#n4>.
10. Мойсієнко, І. І. Судинні рослини Смарагдової мережі України під охороною Бернської конвенції / колектив авторів за ред. В. А. Соломахи. Вид. О. О. Євенок: Житомир, 2017; 152 с.
11. Василюк, О.; Борисенко, К.; Куземко, А.; Марущак, О.; Тестов, П.; Гриник, Є. Проектування і збереження територій мережі Емеральд (Смарагдової мережі). Методичні матеріали / кол. авт., за ред. А. А. Куземко, К. А. Борисенко. «LAT & K»: Київ, 2019; 78 с.
12. Коваленко, С.; Бондаренко, О.; Васильєва, Т.; Немерцалов, В. Зникаючі види флори України і суміжних східноєвропейських країн в історичній колекції Одеських Вищих Жіночих педагогічних курсів Гербарію MSUD. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2018. Випуск 78, с 104–110. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/biology/article/view/9271>.
13. Флора України / гол. ред. О. В. Фомін. Том.1. Київ, 1936; с 101–102.
14. Безсмертна, О. О.; Данилюк, К. М.; Борсукевич, Л. М.; Орлов, О. О.; Якушенко, Д. М. *Salvinia natans* на території

- Західного та Житомирського Полісся (Україна). *Рідкісні рослини і гриби України та прилеглих територій: реалізація природоохоронних стратегій*. Матер. ІУ Міжнародної конференції. (16–20 травня 2016, Київ, Україна). Паливода А.В.: Київ, 2016; 222 с.
15. Безсмертна, О. О.; Соломаха, В. А.; Кузьмішина, І. І.; Коцун, Л. О.; Войтюк, В. П.; Корх, Ю. О.; Дацюк, В. В. Птеридофлора Волинської області в контексті всеєвропейської стратегії збереження біорізноманіття. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Інтродукція та збереження рослинного різноманіття*. 2012, 30, с 4–8.
16. Безсмертна, О. О. *Salvinia natans* (L.) All. у басейні р. Дністер (Україна). *Заповідна справа в Україні (до 90-річчя від створення надморських заповідників*. Серія "Conservation Biology in Ukraine". 2017, 2(2), с 29–33.
17. Безсмертна, О. О.; Гелюта, В. П.; Данилик, І. М.; Орлов, О. О.; Казарінова, Г. О. Поширення в Україні папороті *Salvinia natans* (Salviniaceae, Polypodiopsida), включеної до Червоної книги України. *Український ботанічний журнал*. 2020, 77(3), с 173–188.
18. Фесюк, В. О.; Мороз, І. А.; Карпук, З. К.; Полянський, С. В.; Фесюк, В. О. Об'єкти та території Смарагдової мережі Волинської області. *Природні ресурси регіону: проблеми використання, ревіталізації та охорони*: матеріали III-ого міжнародного наукового семінару (Львів, 5–7 жовтня 2018 р.). Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка: Львів, 2018; с 338–342.
19. Пьянков, С. В.; Калинин, Н. А.; Связов, Е. М. и др. Мониторинг состояния сельскохозяйственных культур в Пермском крае по данным дистанционного зондирования Земли. *Вестник Пермского ун-та. Биология*. 2009, 10, с 147–153.
20. Чашин, А. Н. Основы обработки спутниковых снимков в QGIS: учебно-методическое пособие. ИПЦ «Прокрость»: Пермь, 2018; 47 с.
21. Mosyakin, S. L. (ed.); Fedoronchuk, M. M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist. M.G.Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine: Kiev, 1999; XXIV+345 s.
22. The APG IV system. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_APG_IV.



УДК 574.1:556.53(477.83)

DOI <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.2.15-22>

Сучасний стан біорізноманіття заплави та русла ріки Дністер у селах Липиці та Колодруби, ОТГ: Миколаївська міська громада, Львівська область (Україна)

Ірина Кузьмішина, Катерина Сухомлін, Марія Зінченко, Сергій Волгін,
Олександр Зінченко, Світлана Дяків

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Адреси для листування: kuzmishyna.ira@vnu.edu.ua, sukhomlin.katerina@vnu.edu.ua

Отримано: 10.10.21; прийнято до друку: 15.12.21; опубліковано: 30.12.21

Резюме. За результатами польових досліджень упродовж вегетаційного періоду 2021 р. у заплаві ріки Дністер у Стрийському районі Львівської області виявлено 118 видів судинних рослин і 76 видів тварин. Обстеження ділянки у с. Липиці та с. Колодруби здійснювали впродовж вегетаційного періоду 2021 р. (16.05.2021, 15.06.2021, 24.06.2021 та 03.08.2021 р.). Площа території досліджень уздовж правого та лівого берегів р. Дністер становить близько 1 га. Територія заплави вкрита високорослими травами (*Heracleum sphondylium* L., *Glyceria notata* Chevall., *Phragmites australis* (Cov.) Trin. ex Steud.), бур'янами (*Arctium lappa* L., *A. tomentosum* Mill., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Veronica filiformis* Sm.), заростями *Rubus caesius* L., чагарниками та деревами *Salix alba* L., *S. acutifolia* Willd., *S. fragilis* L., *S. viminalis* L., *S. pentandra* L.

Розташування території досліджень у межах населених пунктів сприяло значній антропогенізації рослинного покриву – аборигенні види становлять 39,8 % від загальної кількості усіх визначених нами видів рослин, синантропні – 60, 2 %, зокрема, апофіти – 43,2 %, археофіти і кенофіти – 17,0 %, що свідчить про значну трансформованість спонтанної флори.

Серед тварин відзначено молосків Mollusca 6 видів, комах Insecta – 58 видів, земноводних Amphibia – 1 вид, птахів Aves – 10 видів, ссавців Mammalia – 1 вид. Всі тварини типові й численні в регіоні дослідження, серед них звичайні фонові види становлять 47,4 % від загальної кількості зареєстрованих, відносно велика частка шкідників лісу й саду (26,3 %) та кровососів (14,5 %). Територія дослідження зазнала значного антропогенного впливу. Синантропні рослини становлять 60,2 %, синантропні тварини – 11,8 %. Зареєстровані види не належать до регіональних, державних та міжнародних списків рідкісних видів.

Ключові слова: флора, фауна, заплава ріки Дністер.

Biodiversity of the floodplain and channel of the Dniester River in the villages of Lipitsa and Kolodruby, Stryi district, Lviv region (Ukraine)

Iryna Kuzmyshyna, Kateryna Sukhomlin, Maria Zinchenko, Serhiy Volgin,
Oleksandr Zinchenko, Svitlana Dyakiv

Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: kuzmishyna.ira@vnu.edu.ua, sukhomlin.katerina@vnu.edu.ua

Abstract. According to the results of field research during the vegetation period of 2021, 118 species of vascular plants and 76 species of animals were found in the floodplain of the Dniester River in the Stryi district of the Lviv region. Survey of the site in the village of Lipitsa and the village of Kolodruby were carried out during the vegetation period of 2021 (16.05.2021, 15.06.2021, 24.06.2021 and 03.08.2021). The research territory area is about 1 ha along the right and left banks of the Dniester River. The floodplain is covered with tall grasses (*Heracleum sphondylium* L., *Glyceria notata* Chevall., *Phragmites australis* (Cov.) Trin. ex Steud.), weeds (*Arctium lappa* L., *A. tomentosum* Mill., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Veronica filiformis* Sm.), underwoods of *Rubus caesius* L., shrubs and trees *Salix alba* L., *S. acutifolia* Willd., *S. fragilis* L., *S. viminalis* L., *S. pentandra* L.

The location of the study area within the settlements contributed to a significant anthropogenization of vegetation – aboriginal species account for 39,8 % of the total number of all identified plant species, synanthropic – 60, 2 %, in particular, apophytes – 43,2 %, archaeophytes and kenophytes – 17,0 %, which indicates a significant transformation of the spontaneous flora.

Among animals molluscs of 6 species, insects – 58 species, amphibians – 1 species, birds – 10 species, mammals – 1 species were noted. All animals are typical and numerous in the study region, among them the usual background species account for 47,4 % of the total number registered, a relatively large proportion of forest and garden pests (26,3 %) and bloodsuckers (14,5 %). The study area was significantly anthropogenic. Synanthropic plants account for 60,2 %, synanthropic animals – 11,8 %. Registered species do not belong to the regional, state and international lists of rare species.

Key words: flora, fauna, floodplain of the Dniester river.

ВСТУП

У роботі зроблено попередній підсумок біорізноманіття заплави р. Дністер. Роботу проведено на замовлення ТОВ «ВОТЕРСТРУМ».

Аналіз літературних джерел засвідчив, що за геоботанічним районуванням [1] рослинність території дослідження належить до Сандомирсько-Верхньодністровського округу Південнопольсько-Західноподільської підпровінції Центральноєвропейської провінції Європейської широколистяної області, за флористичним – до Східнокарпатського округу Карпатської підпровінції Центральноєвропейської провінції Європейської області [2]. За зоогеографічним поділом [3] – це бореальна європейсько-сибірська підобласть, Європейсько-Західносибірська лісова провінція, Східноєвропейський округ, район мішаного, листяного лісу та лісостепу, підділянка Дністровсько-Дніпровська.

Рослинність долини Верхнього Дністра та її використання в народному господарстві всебічно вивчав Ю. Р. Шеляг-Сосонко [4], синантропну фракцію флори верхньої течії Дністра – Ю. А. Скиба [5]. Л. О. Тасенкевич зі співавторами наведено оцінку стану й тенденцій змін трав'яних угруповань у верхів'ї басейну р. Дністер, здійснено природоохоронну категоризацію лучних угруповань [6]. Вищу водну рослинність водойм басейну річок Львівської області, зокрема й верхньої течії Дністра, досліджувала Л. М. Борсукевич [7]. У 2016 р. в узагальненій статті охарактеризовано основні напрями наукових досліджень рослинного покриву річкових долин басейну верхів'я Дністра, зокрема, сучасний соціологічний напрям, де визначними є роботи С. Стойка, Т. Кагала, Л. Тасенкевич, Л. Борсукевич [8].

Іхтіофауна басейну Дністра в межах Львівської області налічує 58 видів із 17 родин. Найбагатше представлена родина корошових – 29 видів (50 % від загальної їх кількості). Значно менше видів містять родини окуневі – 5, бичкові – 4, в'юнові, лососеві та рогаткові – по 3 види. А інші 12 родин – міногові, осетрові, вугрові, баліторові, ікталурові, сомові, щукові, умброві, міневі, колючкові, центрархові, головешкові, містять лише по одному виду [9]. За попередніми повідомленнями, на досліджуваній ділянці [10] зареєстровано 10 видів риб: короп звичайний *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), лящ *Abramis brama* Linnaeus, 1758, сом звичайний *Silurus glanis* Wulff, 1765, щука звичайна *Esox lucius* Linnaeus, 1758, судак звичайний *Sander lucioperca* Linnaeus, 1758, окунь звичайний *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, плітка звичайна *Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758, карась звичайний *Carassius carassius* Linnaeus, 1758, ротань-головешка

Perccottus glenii Dybowski, 1877, в'юн звичайний *Misgurnus fossilis* Linnaeus, 1758.

Батрахофауну регіону досліджували І. Горбань, Й. Царик, А. Бокотей, Л. Горбань, О. Решетило, В. Пограничний, М. Сеник [11, 12]. Вони відзначають, що серед амфібій Західної України 16 видів трапляється у верхів'ях Дністра. Найпоширеніші – кумка червоночерева *Bombina bombina* Linnaeus, 1761, ропуха сіра *Bufo bufo* Linnaeus, 1758, ропуха зелена *Bufo viridis* (Laurenti, 1768), жаба ставкова *Rana esculenta* (Linnaeus, 1758), жаба трав'яна *Rana temporaria* Linnaeus, 1758, Жаба озерна *Rana ridibunda* Pallas, 1771, жаба гостроморда *Rana arvalis* (Nilsson, 1842), часничиця звичайна *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768), райка деревна *Hyla arborea* (Linnaeus, 1758), тритон звичайний *Triturus vulgaris* Linnaeus, 1758.

У 1990–2000 рр досліджували орнітофауну І. Горбань, А. Бокотей, В. Пограничний, Т. Башта, І. Когут, Н. Соколов, В. Бучко, Н. Дзюбенко, І. Шидловський, Т. Лисачук, Р. Козловський [11, 13, 14]. Вони визначили основні риси орнітокомплексів Верхнього Дністра. На Верхньодністерській низовині гніздуються 151 вид птахів. Уздовж берегів Дністра найхарактернішими є: ластівка берегова *Riparia riparia* (Linnaeus, 1758), кропив'янка сіра *Sylvia communis* Latham, 1787, кропив'янка прудка *Sylvia curruca* (Linnaeus, 1758), соловейко східний *Luscinia luscinia* (Linnaeus, 1758), вівчарик-ковалик *Phylloscopus collybita* (Vieillot, 1817), чагарникова очеретянка *Acrocephalus palustris* (Linnaeus, 1758) та трав'янка лучна *Saxicola rubetra* (Linnaeus, 1758).

Прісноводна малакофауна верхів'я басейну Дністра описана у працях Й. Бонковського, В. Здуна, В. Анистратенко, А. Стадніченко, Р. Гураля [10]. Для Верхнього Дністра у літературі зазначено близько 40 видів черевоногих молюсків. Найчисленнішими є представники родин Planorbidae та Lymnaeidae [15, 16]. Зокрема, дослідженнями Р. Гураля [15, 16], зафіксовані звичайні для фауни України види: калюжниця річкова *Viviparus viviparus* Linnaeus, 1758, бітінія шупальцева *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758), ставковик звичайний *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), ставковик болотний *Lymnaea palustris* (O. F. Müller, 1774), ставковик вушковий *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758), ставковик витягнутий *Radix peregra* (O. F. Müller, 1774), ставковик малий *Galba truncatula* (O. F. Müller, 1774), пухирчик джерельний *Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758) та пухирчик моховий *Aplexa hypnorum* (Linnaeus, 1758), котушка рогова *Planorbis corneus* (Linnaeus, 1758) та котушка облямована *Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758).

Фауну ґрунтових безхребетних регіону розглядали в контексті дослідження західного Волино-

Поділля [17]. За результатами проведеного дослідження в межах Західно-Українського Опілля зареєстровано 4 види хижих нематод ряду Mononchida, 177 видів панцирних кліщів Oribatida, 58 видів ногохвісток Collembola, 196 видів турунів Saranidae, 33 види златок Buprestidae, 8 видів пігулочників Byrrhidae.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Обстеження ділянки у с. Липиці та с. Колодуби Стрийського району Львівської області здій-

снювали впродовж вегетаційного періоду 2021 р. (16.05.2021, 15.06.2021, 24.06.2021 та 03.08.2021 р.). Площа території досліджень вздовж правого та лівого берегів р. Дністер становить близько 1 га. Територія заплави вкрита високорослими травами (*Heracleum sphondylium* L., *Glyceria notata* Chevall., *Phragmites australis* (Cov.) Trin. ex Steud.), бур'янами (*Arctium lappa* L., *A. tomentosum* Mill., *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray, *Veronica filiformis* Sm.), заростями *Rubus caesius* L., чагарниками та деревами *Salix alba* L., *S. acutifolia* Willd., *S. fragilis* L., *S. viminalis* L., *S. pentandra* L. (рис. 1).

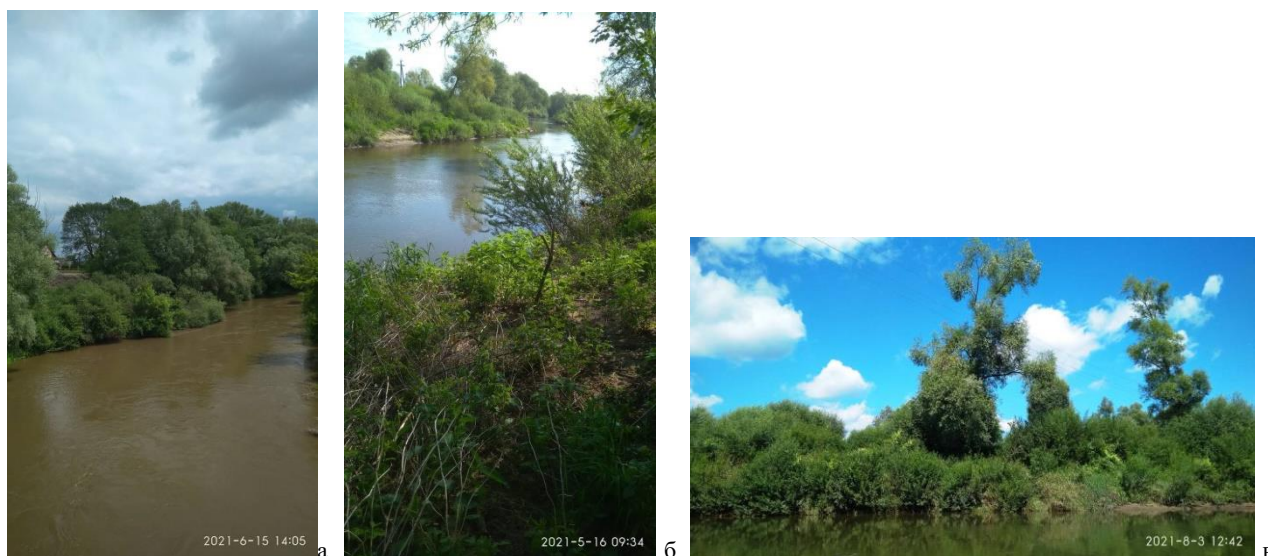


Рис. 1. Загальний вигляд території обстеження:

а – течія річки в межах с. Липиці; б – правий берег річки; в – лівий берег річки (Фото І. Кузьмішиної)

Заплава ріки огорожена насипною дамбою, верхня частина якої укріплена насадженнями окремих дерев віком понад 50 р. (*Juglans regia* L., *Pyrus communis* L., *Quercus rubra* L., *Tilia cordata* Mill., *Larix*

decidua Mill., *Prunus domestica* L., *Ribes nigrum* L., *Populus deltoides* W. Bartram ex Marshall, *Malus domestica* Borkh), також нові насадження швидко-рослої *Paulownia* sp. (рис. 2).



Рис. 2. Молоді насадження *Paulownia* sp. (Фото І. Кузьмішиної)

Судинні рослини досліджували за стандартними геоботанічними методиками під час маршрутних обстежень. Номенклатура таксонів наведена за С. Л. Мосякіним і М. М. Федорончуком з урахуванням системи APG IV [18, 19].

Збір зоологічного матеріалу відбувався стандартними методиками. Видовий склад хребетних тварин досліджували методом спостереження й обліку чисельності, безхребетних тварин збирали методом косіння ентомологічним сачком, водних безхребетних – збирали водним сачком та зачіпом. Використовували відповідні визначники [20–27].

Мета дослідження – моніторинг біорізноманіття заплави та русла ріки Дністер у селах Липиці та Колодруби Стрийського району Львівської області. Завдання – встановлення видового різноманіття флори і фауни, визначення їхнього охоронного статусу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На досліджених ділянках заплави і в руслі р. Дністер у с. Липиці та с. Колодруби Стрийського району Львівської області під час польових обстежень 2021 р. зареєстровано 118 видів судинних рослин. Нижче наведено список зареєстрованих видів судинних рослин (за результатами обстежень 16.05.2021, 15.06.2021, 24.06.2021 та 03.08.2021 р.).

1. Бедринаць ломикаменевий *Pimpinella saxifraga* L.
2. Березка польова *Convolvulus arvensis* L.
3. Борщівник європейський *Heracleum sphondylium* L.
4. Бруслина європейська *Euonymus europaea* L.
5. Буги́ла лісова *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.
6. Будяк лопуховий *Carduus personata* (L.) Jacq.
7. Бузина чорна *Sambucus nigra* L.
8. Валеріана висока *Valeriana exaltata* J.C.Mikan
9. Верба біла *Salix alba* L.
10. Верба гостролиста *Salix acutifolia* Willd.
11. Верба ламка *Salix fragilis* L.
12. Верба прутувидна *Salix viminalis* L.
13. Верба п'ятитичинкова *Salix pentandra* L.
14. Верба розмаринолиста *Salix rosmarinifolia* L.
15. Вербозілля звичайне *Lysimachia vulgaris* L.
16. Вербозілля лучне *Lysimachia nummularia* L.
17. Вероніка джерельна *Veronica anagallis-aquatica* L.
18. Вероніка дібровна *Veronica chamaedrys* L.
19. Вероніка нитковидна *Veronica filiformis* Sm.
20. Вероніка весняна *Veronica verna* L.
21. Водяний хрін лісовий *Rorippa sylvestris* (L.) Besser
22. Волошка лучна *Centaurea jacea* L.
23. Галінсога дрібноkwіткова *Galinsoga parviflora* Cav.
24. Герань лучна *Geranium pratense* L.
25. Герань маленька *Geranium pusillum* L.
26. Гірчак земноводний *Persicaria amphibia* (L.) Delarbre
27. Гірчак почечуйний *Persicaria maculosa* S.F. Gray
28. Глуха кропива біла *Lamium album* L.
29. Горошок мишачий *Vicia cracca* L.

30. Грицики звичайні *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.
31. Грястиця збірна *Dactylis glomerata* L.
32. Деревій звичайний *Achillea millefolium* L.
33. Дуб звичайний *Quercus robur* L.
34. Дутень ягідний *Cucubalus baccifer* L.
35. Ехіноцистис шипуватий *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et Gray
36. Живокіст лікарський *Symphytum officinale* L.
37. Жовтець їдкий *Ranunculus acris* L.
38. Жовтець отруйний *Ranunculus sceleratus* L.
39. Жовтець повзучий *Ranunculus repens* L.
40. Жовтий осот польовий *Sonchus arvensis* L.
41. Жовтозілля весняне *Senecio vernalis* Waldst. et Kit.
42. Зірочник злакоподібний *Stellaria graminea* L.
43. Зніт вузьколистий, іван-чай звичайний *Epilobium angustifolium* L.
44. Калина звичайна *Viburnum opulus* L.
45. Калюжниця болотна *Caltha palustris* L.
46. Китник колінчастий *Alopecurus geniculatus* L.
47. Кінський часник черешковий *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara et Grande
48. Клен ясенелистий *Acer negundo* L.
49. Конюшина лучна *Trifolium pratense* L.
50. Конюшина повзуча *Trifolium repens* L.
51. Королиця звичайна *Leucanthemum vulgare* Lam.
52. Кремена гібридна *Petasites hybridus* (L.) Gaertn., Mey. et Scherb.
53. Кропива дводомна *Urtica dioica* L.
54. Куколиця біла *Melandrium album* (Mill.) Garcke
55. Кульбаба лікарська *Taraxacum officinale* Webb ex Wigg.
56. Латук компасний *Lactuca serriola* Torner
57. Лепешняк відмічений *Glyceria notata* Chevall.
58. Лобода біла *Chenopodium album* L.
59. Лопух великий *Arctium lappa* L.
60. Лопух павутиний *Arctium tomentosum* Mill.
61. Мак польовий *Papaver rhoeas* L.
62. Медова трава шерстиста *Holcus mollis* L.
63. Морква дика *Daucus carota* L.
64. М'ята довголиста *Mentha longifolia* (L.) Huds.
65. Незабудка болотна *Myosotis scorpioides* L.
66. Ожина сиза *Rubus caesius* L.
67. Омег водяний *Oenanthe aquatica* (L.) Poir.
68. Осока парвська *Carex brevicollis* DC.
69. Осока лисяча *Carex vulpina* L.
70. Очерет звичайний *Phragmites australis* (Cov.) Trin. ex Steud.
71. Пажитниця багаторічна *Lolium perenne* L.
72. Парило звичайне, реп'яшок *Agrimonia eupatoria* L.
73. Пастернак лісовий *Pastinaca sativa* subsp. *sylvestris* (Mill.) Rouy & E.G. Camus
74. Перстач гусячий, гусячі лапки *Potentilla anserina* L.
75. Перстач повзучий *Potentilla reptans* L.
76. Пижмо звичайне *Tanacetum vulgare* L.
77. Пирій повзучий *Elytrigia repens* (L.) Nevski
78. Підмаренник болотний *Galium palustre* L.
79. Підмаренник чіпкий *Galium aparine* L.

80. Плакун верболистий *Lythrum salicaria* L.
81. Плетуха звичайна *Calystegia sepium* (L.) R.Br.
82. Плоскуха звичайна *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.
83. Подорожник великий *Plantago major* L.
84. Подорожник ланцетолистий *Plantago lanceolata* L.
85. Подорожник середній *Plantago media* L.
86. Полин звичайний, або чорнобилі *Artemisia vulgaris* L.
87. Пішкунка весняна *Ficaria verna* Huds.
88. Різак звичайний *Falcaria vulgaris* Bernh.
89. Рдесник гостролистий *Potamogeton acutifolius* Link
90. Рдесник волосовидний *Potamogeton trichoides* Cham. & Schltdl.
91. Рогіз вузьколистий *Typha angustifolia* L.
92. Розхідник звичайний *Glechoma hederacea* L.
93. Роман собачий *Anthemis cotula* L.
94. Ряска мала *Lemna minor* L.
95. Свинорий пальчастий *Cynodon dactylon* (L.) Pers.
96. Слабник водяний *Myosoton aquaticum* (L.) Moench.
97. Слива розлога, алича *Prunus cerasifera* Ehrh.
98. Спориш *Polygonum aviculare* L.
99. Стенактис однорічний *Stenactis annua* Nees
100. Стокротки багаторічні *Bellis perennis* L.
101. Суховершки звичайні *Prunella vulgaris* L.
102. Сухоребрик лікарський *Sisymbrium officinale* (L.) Scop.
103. Тимофіївка лучна *Phleum pratense* L.
104. Тонконіг болотний *Poa palustris* L.
105. Тонконіг звичайний *Poa trivialis* L.
106. Тонконіг однорічний *Poa annua* L.
107. Хвощ польовий *Equisetum arvense* L.
108. Хрін звичайний *Armoracia rusticana* P.G. Gaertn., B. Mey. & Scherb
109. Частуха подорожникова *Alisma plantago-aquatica* L.
110. Череда трироздільна *Bidens tripartita* L.
111. Черемха звичайна *Prunus padus* L.
112. Чина бульбиста *Lathyrus tuberosus* L.
113. Чина лучна *Lathyrus pratensis* L.
114. Щавель кислий *Rumex acetosa* L.
115. Щавель туполистий *Rumex obtusifolius* L.
116. Щавель прибережний *Rumex hydrolapathum* Huds.
117. Щириця біла *Amaranthus albus* L.
118. Яглиця звичайна *Aegopodium podagraria* L.

Деревний ярус території дослідження представлений *Salix alba*, *S. fragilis*, *S. pentandra*, поодинокі – *Acer negundo*, *Quercus robur*, *Prunus cerasifera*, *P. padus*; серед кущів поширені *Salix acutifolia*, *S. viminalis*, *S. rosmarinifolia*, *Rubus caesius*, поодинокі *Euonymus europaea*, *Sambucus nigra*, *Viburnum opulus*.

У трав'яному ярусі виділяємо кілька під'ярусів. У найвищому (заввишки 1–1,3 м) поширені *Heracleum sphondylium*, *Glyceria notata*, поодинокі – *Arctium lappa*, *A. tomentosum*. У другому під'ярусі заввишки 0,5–0,8 м поширені суцільним покривом

Anthriscus sylvestris, *Aegopodium podagraria*, *Carduus personata*, *Urtica dioica*; куртинами – *Achillea millefolium*, *Alliaria petiolata*, *Armoracia rusticana*, *Artemisia vulgaris*, *Carex brevicollis*, *C. vulpina*, *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*, *Echinochloa crus-galli*, *Galium aparine*, *Lolium perenne*, *Lysimachia vulgaris*, *Mentha longifolia*, *Pastinaca sativa* subsp. *sylvestris*, *Petasites hybridus*, *Phleum pratense*, *Poa trivialis*, *Sonchus arvensis*, *Stenactis annua*, *Symphytum officinale*, *Tanacetum vulgare*, *Veronica anagallis-aquatica*, поодинокі – *Agrimonia eupatoria*, *Cucubalus baccifer*, *Epilobium angustifolium*, *Falcaria vulgaris*, *Geranium pratense*, *Holcus mollis*, *Lactuca serriola*, *Lathyrus pratensis*, *L. tuberosus*, *Leucanthemum vulgare*, *Lythrum salicaria*, *Melandrium album*, *Rumex obtusifolius*, *Senecio vernalis*, *Sisymbrium officinale*, *Valeriana exaltata*, *Vicia cracca*. У третьому під'ярусі заввишки 0,2–0,4 м куртинами поширені *Amaranthus albus*, *Bellis perennis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Cynodon dactylon*, *Elytrigia repens*, *Equisetum arvense*, *Ficaria verna*, *Geranium pusillum*, *Glechoma hederacea*, *Lamium album*, *Lysimachia nummularia*, *Plantago lanceolata*, *P. major*, *P. media*, *Poa annua*, *Polygonum aviculare*, *Potentilla anserina*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus repens*, *Stellaria graminea*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Veronica anagallis-aquatica*, *V. chamaedrys*, *V. filiformis*; поодинокі – *Anthemis cotula*, *Centaurea jacea*, *Galinsoga parviflora*, *Papaver rhoeas*, *Pimpinella saxifraga*, *Potentilla reptans*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosa*.

Біоморфа витких ліан представлена багаторічниками *Calystegia sepium*, *Convolvulus arvensis*, *Echinocystis lobata*.

Водними рослинами є *Lemna minor*, *Oenanthe aquatica*, *Persicaria amphibia*, *Potamogeton acutifolius*, *P. trichoides*; прибережно-водними – *Alisma plantago-aquatica*, *Alopecurus geniculatus*, *Bidens tripartita*, *Caltha palustris*, *Galium palustre*, *Myosotis scorpioides*, *Myosoton aquaticum*, *Persicaria maculosa*, *Ranunculus sceleratus*, *Phragmites australis*, *Poa palustris*, *Rorippa sylvestris*, *Rumex hydrolapathum*, *Typha angustifolia*.

На досліджених ділянках зареєстровано 76 видів тварин. Серед них молюсків *Mollusca* 6 видів, комах *Insecta* – 58 видів, земноводних *Amphibia* – 1 вид, птахів *Aves* – 10 видів, ссавців *Mammalia* – 1 вид. Нижче наведено список зареєстрованих видів тварин (за результатами обстеження 16.05 2021 та 24.06 2021 р.).

1. Равлик чагарниковий *Fruticicola fruticum* (Müller, 1774)
2. Равлик виноградний *Helix pomatia* Linnaeus, 1758
3. Равлик болотний звичайний *Zonitoides nitidus* (O.F.Müller, 1774)
4. Бурштинівка звичайна *Succinea putris* (Linnaeus, 1758)
5. Ставковик вушковий *Lymnaea auricularia* Linnaeus, 1758
6. Бітинія Лича *Bithynia leachii* (Sheppard, 1823)

7. Одноденка берегова *Polymita virgo* (Olivier, 1791).
8. Бабка красуня блискуча *Calopteryx splendens* Harris, 1780
9. Стрілка голуба *Enallagma cyathigerum* (Charpentier, 1840)
10. Лютка-наречена *Lestes sponsa* (Hansemann, 1823)
11. Коник зелений *Tettigonia viridissima* (Linnaeus, 1758)
12. Кобилка болотна *Stethophyma grossum* (Linnaeus, 1758)
13. Водомірка болотяна *Aquarius paludum* (Fabricius, 1794)
14. Клоп італійський *Graphosoma lineatum* Linnaeus, 1758
15. Клоп конюшинний *Coptosoma scutellatum* (Geoffroy, 1785)
16. Сліпняк гладкий *Stenodema laevigata* (Linnaeus, 1758)
17. Сліпняк злаковий *Leptopterna dolabrata* (Linnaeus, 1758)
18. Афрофора вербова *Aphrophora salicina* (Goeze, 1778)
19. Горбатка звичайна *Centrotus cornutus* Linnaeus, 1758.
20. Цикадка тополева *Rhytidodus decimusquartus* (Schränk, 1776)
21. Цикадка зелена *Macropsis viridinervis* Wagner, 1950
22. Пильщик вербовий товстостінний *Pontania caprea* Linnaeus, 1758
23. Пильщик вербовий листозагортаючий *Pontania leucosticta* Hartig, 1837
24. Мурашка лучна *Formica pratensis* Retzius, 1783
25. Шершень звичайний *Vespa crabro* Linnaeus, 1758
26. Бджола медоносна *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758)
27. Джміль садовий *Bombus hortorum* Linnaeus, 1761
28. Іздець мікродус *Microdus tumidulus* Nees.
29. Вертячка денна *Gyrinus marinus* Gyllenhal, 1808
30. М'якотілка бугра *Cantharis fusca* Linnaeus, 1758
31. Бронзівка смердюча *Oxythyrea funesta* (Poda, 1761)
32. Червонокрилий вербовий листоїд *Chrysomela salicet* (Suffrian, 1849)
33. Листоїд хриновий *Phaedon cochleariae* (Fabricius, 1792)
34. Листоїд щавелевий *Gastrophysa viridula* (De Geer, 1775)
35. Довгоносик зелений *Phyllobius maculicornis* Germar, 1824
36. Сонечко десятикрапкове *Adalia decempunctata* (Linnaeus, 1758)
37. Трав'яний циліндротілий вусач *Phytoecia cylindrica* (Linnaeus, 1758)
38. Лептура-коримбія червона *Stictoleptura rubra* (Linnaeus, 1758)
39. Очняк волове око *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758)
40. Прочанок памфіл *Coenonympha pamphilus* (Linnaeus, 1758)
41. Сонцевик адмірал *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758)
42. Сонцевик кропив'яний *Aglais urticae* (Linnaeus, 1758)
43. Білан ріпаковий *Pieris rapae* Linnaeus, 1758
44. Щербатка с-біле *Polygonia c-album* (Linnaeus, 1758)
45. П'ядун щавлевий *Timandra comae* Schmidt, 1931
46. Мошка кінська *Wilhelmia equina* (Linnaeus, 1758)
47. Мошка балканська *Wilhelmia balcanica* (Enderlein, 1924)
48. Мошка червоноголова *Boophthora erythrocephala* (De Geer, 1776)
49. Комар-дзвінець звичайний *Chironomus* Meigen sp., 1803.
50. Комар-дзвінець *Stempellina* Thienemann & Bause sp., 1913
51. *Culex territans* Walker, 1856
52. *Culex pipiens* Linnaeus, 1758
53. *Anopheles claviger* (Meigen, 1804)
54. *Anopheles maculipennis* Meigen, 1818
55. *Aedes rusticus* (Rossi, 1790)
56. *Aedes cinereus* Wiedemann, 1818
57. Волокниця тонкочерева *Leptogaster cylindrica* (De Geer, 1776)
58. Малинова стеблова галиця *Lasiopoda rubi* Schränk, 1803
59. Пістряк звичайний *Chrysops relictus* Meigen, 1820
60. Дошовиця звичайна *Haematopota pluvialis* (Linnaeus, 1758)
61. Сіра м'ясна муха *Sarcophaga pernix* Harris, 1780
62. Муха хатня *Musca domestica* Linnaeus, 1758
63. Муха руда гнойова *Scopeuma stercorarium* Linnaeus, 1758
64. Муха зелена падальна *Lucilia caesar* Linnaeus, 1758
65. Жаба трав'яна *Rana temporaria* Linnaeus, 1758
66. Кобилочка річкова *Locustella fluviatilis* (Wolf, 1810)
67. Горихвістка чорна *Phoenicurus ochruros* (S. G. Gmelin, 1774)
68. Ластівка сільська *Hirundo rustica* (Linnaeus, 1758)
69. Шпак звичайний *Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758
70. Дрізд чорний *Turdus merula* Linnaeus, 1758
71. Горобець хатній *Passer domesticus* Linnaeus, 1758
72. Припутень *Columba palumbus* Linnaeus, 1758
73. Голуб сизий *Columba livia* Gmelin, 1789
74. Дятел малий строкатий *Dryobates minor* Linnaeus, 1758.
75. Плиска біла *Motacilla alba* (Linnaeus, 1758)
76. Полівка європейська *Microtus arvalis* (Pallas, 1778)

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

За результатами обстежень зареєстровано 118 видів судинних рослин. Розташування території досліджень у межах населених пунктів сприяло значній антропогенізації рослинного покриву –

аборигенні види становлять 39,8 % від загальної кількості усіх визначених нами видів рослин, синантропні – 60,2 %, зокрема, місцеві бур'янові види – апофіти – 43,2 %, заносні – археофіти і кенофіти – 17,0 %, що свідчить про значну трансформованість спонтанної флори (рис. 3) [2; 4].

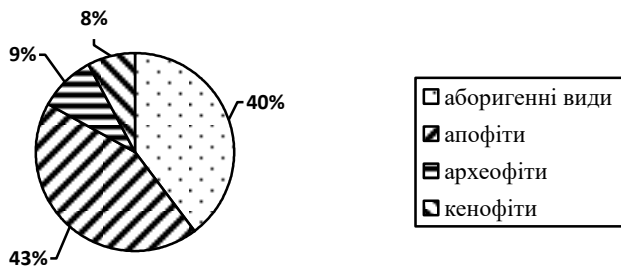


Рис. 3. Відносна чисельність різних фракцій зареєстрованих видів судинних рослин на досліджених ділянках заплави і в руслі р. Дністер

В Україні, за В. В. Протопоповою [28] та Б. В. Заверухою [29], відсоток синантропних видів втричі менший – 22,1 %. Виявлені види судинних рослин та їх угруповання не належать до регіональних, державних та міжнародних списків рідкісних видів [30–33]. Водно-болотні угіддя міжнародного значення, які охороняються Рамсарською конвенцією, відсутні [34].

Всі тварини типові й численні у регіоні дослідження, серед них звичайні фонові види становлять 47,4 % від загальної кількості зареєстрованих, відносно велика частка шкідників лісу та саду (26,3 %), кровососів (14,5 %) і синантропних (11,8 %) видів (рис. 4).

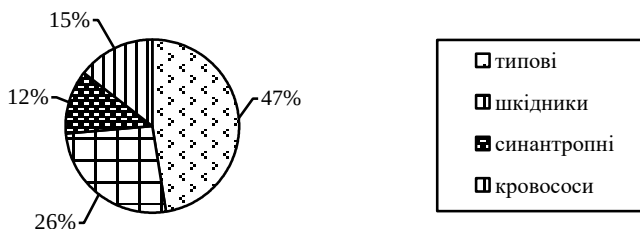


Рис. 4. Відносна чисельність різних груп зареєстрованих видів тварин на досліджених ділянках заплави і в руслі р. Дністер

Отримані нами результати не суперечать раніше проведеним дослідженням [11–17, 35–37]. Ми доповнили відомий список тварин 58 представниками ентомофауни, серед них ряд одноденки Ephemeroptera представлений 1 видом, ряд бабки Odonata – 3 видами, напівтвердокрилі Hemiptera – 9 видами, прямокрилі Orthoptera – 2 видами, перетинчастокрилі Hymenoptera – 7 видами, твердокрилі Coleoptera – 10 видами, лускокрилі Lepidoptera – 7 видами і двокрилі Diptera – 19 видами. Види, зареєстровані у період досліджень, не належать до регіональних, державних та міжнародних списків рідкісних видів [31, 33, 34, 38].

ВИСНОВКИ

На досліджених ділянках заплави і в руслі р. Дністер у с. Липиці та с. Колодуби Львівської

області зареєстровано 118 видів судинних рослин і 76 видів тварин.

Розташування території досліджень у межах населених пунктів сприяло значній антропогенізації рослинного покриву – аборигенні види становлять 39,8 % від загальної кількості видів рослин, синантропні – 60,2 %, зокрема місцеві бур'янові види – апофіти – 43,2 %, заносні – археофіти і кенофіти – 17,0 %, що свідчить про значну трансформованість спонтанної флори.

Всі відзначені тварини є численними у регіоні дослідження, серед них звичайні фонові види становлять 47,4 % від загальної кількості зареєстрованих, відносно велика частка шкідників лісу та саду (26,3 %), кровососів (14,5 %) і синантропних (11,8 %) видів.

Виявлені види судинних рослин, їх угруповання та види тварин не належать до регіональних,

державних та міжнародних списків рідкісних видів. Водно-болотні угіддя міжнародного значення, які охороняються Рамсарською конвенцією, відсутні.

ЛІТЕРАТУРА

- Дідух, Я. П.; Шеляг-Сосонко, Ю. Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал* 2003, 60(1), с 6–17.
- Заверуха, Б. В. Сосудистые растения *Природа Украинской ССР. Растительный мир*. Шеляг-Сосонко Ю. Р., ред.; Наукова думка: Киев, 1985; с 20–46.
- Шербак, Н. Н. Зоогеографическое деление Украинской ССР. *Вестник зоологии* 1988, 3, с 22–31.
- Шеляг-Сосонко, Ю. Р. Растительность долины Верхнего Днестра и ее использование в народном хозяйстве: автореф. дисс. ... канд. биол. наук, Киев, 1963.
- Скиба, Ю. А. Синантропна флора верхньої течії басейну Дністра (Україна): автореф. дис. ... канд. биол. наук, Київ, 1999.
- Тасенкевич, Л.; Розенталь, Г.; Мисенко, О. Солологічна оцінка трав'яних фітоценозів верхів'я р. Дністер (Західна Україна). *Наукові записки Державного природознавчого музею* 2008, 24, с 83–88.
- Борсукевич, Л. М. Вища водна рослинність басейнів верхньої течії Дністра, Прута і Західного Бугу: автореф. дис. ... канд. биол. наук, Київ, 2010.
- Пікулик, Л. І. Етапи і напрями дослідження рослинності річкових долин басейну верхів'я Дністра. *Наукові записки Державного природознавчого музею* 2016, 32, с 163–170.
- Долинський, В. Л. Рибогосподарська характеристика ділянки р. Дністер в межах Львівської області; звіт про науково-дослідну роботу за договором № 46/2018 від 20 листопада 2018 р.; Інститут гідробіології НАН України: Київ, 2018.
- Мерленко, І. М. Будівництво мікро ГЕС потужністю до 200 кВт на території Гірської та Колодрубівської сільської ради, Миколаївського району Львівської області ; звіт з оцінки впливу на довкілля №: 201812202485; ЛНТУ: Луцьк, 2019.
- Горбань, І.; Царик, Й.; Бокотей, А.; Горбань, Л.; Решетило, О.; Пограничний, В.; Сенік, М. Сучасний стан орніто- та батрахокомплексів басейну Верхнього Дністра. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна* 2002, 28, с 177–187.
- Решетило, О.; Різун, В.; Канарський, Ю. Структура угруповань земноводних у заплавах басейну Верхнього Дністра. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія* 2007, 21, с 117–120.
- Горбань, І. М.; Бокотей, А. А.; Пограничний, В. О.; Башта, Т. В.; Когут, І. В.; Соколов, Н. Ю.; Бучко, В. В.; Дзюбенко, Н. В.; Шидловський, І. В.; Лисачук, Т. І.; Козловський, Р. С. Гніздова орнітофауна Верхньо-дністровської низовини та її зміни в другій половині ХХ століття. *Наукові записки Державного природознавчого музею* 1998, 14, с 83–89.
- Горбань, І. Орнітоценози торфових боліт міжріччя Дністра та Бугу. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна* 2002, 28, с 188–199.
- Гураль, Р. Видовий склад прісноводних червононогих молюсків басейну верхів'я Дністра. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна* 2003, 33, с 104–109.
- Гураль, Р. Прісноводні малакокомплекси басейну верхів'я Дністра: структура, вплив природних і антропогенних чинників: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Чернівці, 2010.
- Чернобай, Ю. Н.; Капсурь, И. Я.; Ризун, В. Б.; Меламуд, В. В.; Сусуловский, А. С. *Экология и фауна почвенных беспозвоночных западного Вольно-Подолья*. Наукова думка: Київ, 2003.
- Mosyakin, S. L.; Fedoronchuk, M. M. *Vascular plants of Ukraine. A nomenclature checklist*. M.G. Kholodny Institute of Botany: Kiev, 1999.
- Система APG IV. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_APG_IV (дата звернення: 24.11. 2021).
- Гураль-Сверлова, Н. В.; Гураль, Р. І. *Визначник наземних молюсків України*. ТзОВ «Простір-М»: Львів, 2012.
- Гураль-Сверлова, Н. В.; Гураль, Р. І. *Просвітницька інтернет-програма «Молюски»*. URL: <http://www.pip-mollusca.org/index.php>.
- Сухомилін, К. Б.; Зінченко, О. П. *Мошки (Diptera, Simuliidae) Волинського Полісся*. РБВ «Вежа» Волинського державного університету ім. Лесі Українки: Луцьк, 2007.
- Кілючицька, Н. П. *Короткий визначник кровосисних комарів фауни України*. Геопринт: Київ, 2008.
- Некрутенко, Ю. П.; Чиколовець, В. В. *Денні метелики України*. Вид-во Раєвського: Київ, 2005.
- Пушкар, Т. И. Тетригиды (Orthoptera, Tetrigidae) Лесостепи Украины. *Известия Харьковского энтомологического общества*. 2005, 13(1-2), с 9–18.
- Писанець, Є. *Земноводні України* (посібник для визначення амфібій України та суміжних країн). Вид-во Раєвського: Київ, 2007.
- Фесенко, Г. В.; Бокотей, А. А. *Птахи фауни України: польовий визначник*. Українське товариство охорони птахів: Львів, 2002.
- Протопопова, В. В. *Синантропная флора Украины и пути ее развития*. Наукова думка: Киев, 1991.
- Заверуха, Б. В. *Флора Вольно-Подолья и ее генезис*. Наукова думка: Киев, 1985.
- Андрійченко, Т. Л.; Перегрим, М. М. *Львівська область. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України (довідкове видання)*. Альтерпрес: Київ, 2012; с 68–74.
- Червона книга України*. 2021. URL: <https://redbook-ua.org/>.
- Території, що пропонуються до включення у мережу Емеральд (Смарагдову мережу) України («тінювий список», частина 2)*; Борисенко, К. А. Куземко, А. А. Ред.; LAT & K: Київ, 2019; с 34–38. URL: <https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2019/05/EmeralgNetworkUA3.pdf>.
- Updated List of Officially Adopted Emerald Sites (November 2018) Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Standing Committee 38th meeting Strasbourg, 27-30 November 2018*. URL: <https://rm.coe.int/updated-list-of-officially-adopted-emerald-sites-november-2018-16808f184d>.
- Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовища існування водоплавних птахів*. Рамсар, 2.02.1971 р. Поточна редакція від 12.11.1996. URL: https://archive.is/20120805210841/zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=995_031
- Бокотей, А. А.; Кучинська, І. В.; Дзюбенко, Н. В. Значення стариць у підтриманні різноманіття птахів басейну верхнього Дністра. *Сборник трудов Азово-Черноморской орнитологической станции* 2003, 6, с 7–16.
- Бучко, В. В. Характеристика кількісного і якісного складу гідрофільних видів птахів долини Середнього Дністра у зимовий період та під час весняної міграції. *Беркут*, 1994, 3(2), с 77–78.
- Татаринів, К. Фауністичне розмаїття Львівщини. *Екологічний збірник. Екологічні проблеми природокористування та біорозмаїття Львівщини*. Праці Наукового товариства ім. Шевченка 2001, 7, с 159–169.
- Тварини Львівської області, занесені до Червоної книги України*. 2009. URL: <https://redbook-ua.org/animals/region/lvivska>.



Розділ II. Екологія

УДК 631.42.95

DOI <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.2.23-29>

Оцінка сучасного стану осушуваних та деградованих ґрунтів Західного Полісся

Володимир Гаврилюк¹, Андрій Бортнік¹, Роман Мелимука²

¹Поліська дослідна станція ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», Луцьк, Україна

²ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», Харків, Україна

Адреса для листування: r.melymuka22@gmail.com

Отримано: 03.11.21; прийнято до друку: 15.12.21; опубліковано: 30.12.21

Резюме. У роботі проаналізовано й оцінено якість агроекологічного стану ґрунтового покриву осушуваних та деградованих земель зони Західного Полісся, з метою підвищення, а подекуди й відновлення родючості цих земель. Визначено екологічну ситуацію досліджуваних ґрунтів за результатами отриманих аналізів стосовно вмісту радіоактивних сполук, зокрема цезію-137, проведено дослідження задля визначення вмісту важких металів у ґрунтовому покриві та здійснено агрохімічний аналіз ґрунту.

За результатами досліджень встановлено, що: 1) навіть у зоні радіаційного забруднення не спостерігаються землі із надзвичайною екологічною ситуацією, а показники не перевищують 15,1 Бк/м²; 2) важкі метали не перевищують гранично допустимі норми, а подекуди перебувають у дуже малих кількостях та потребують поповнення; 3) для підвищення продуктивності осушуваних земель потрібно підвищувати вміст елементів живлення у ґрунтовому покриві, адже вміст азоту у ґрунті на дуже низькому та низькому рівні, вміст фосфору коливається від дуже низьких до середніх значень, а вміст калію є нижчим за середні значення.

Також проведено дослідження, спрямовані на визначення реакції ґрунтового середовища. Результати аналізів показали значну неоднорідність, оскільки показники коливалися від дуже кислих до слаболужних показників, проте більшість досліджуваних ґрунтів характеризується середньокислою та слабокислою реакцією ґрунтового середовища.

Ключові слова: меліорація, радіаційне забруднення, агроекологічний стан ґрунту, важкі метали, елементи живлення.

Assessment of the current state of drained and degraded soils of Western Polissya

Volodymyr Havrylyuk¹, Andrii Bortnik¹, Roman Melymuka²

¹ Polissya research station «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky», Lutsk, Ukraine

² NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine

Correspondence: r.melymuka22@gmail.com

Abstract. This work is devoted to the analysis and assessment of the quality of agroecological condition of the soil cover of drained and degraded lands of the Western Polissya zone in order to increase and sometimes restore the fertility of these lands. Based on the results of the obtained analyzes on the content of radioactive elements, in particular cesium-137, the ecological situation of the soil cover of the studied soils was determined, the content of heavy metals in the soil cover and agrochemicals was studied. soil analysis was performed.

According to research, it has been established that: 1) even in the area of radiation pollution there are no lands with ecological emergency, and the indicators do not exceed 15.1 Bq / m², 2) heavy metals do not exceed the maximum allowable norms, and sometimes in very small quantities, and need replenishment, 3) to increase the productivity of drained lands it is necessary to increase the content of nutrients in the soil, because the nitrogen content in the soil is very low and low, phosphorus content ranges from very low to medium values, and potassium content below average.

Studies have also been conducted to determine the reaction of the soil environment. The results of the analyzes showed strong heterogeneity, as the indicators ranged from very acidic to slightly alkaline, but most of the studied soils are characterized by moderately acidic and weakly acidic reactions of the soil environment.

Key words: reclamation, radiation pollution, agroecological condition of soil, heavy metals, nutrients.

ВСТУП

Родючість – основна властивість ґрунту, оскільки саме високий рівень родючості сприяє веденню ефективного сільського господарства. Тому відновлення та збереження родючості ґрунтового покриву є надважливим завданням, оскільки це першопричина для отримання високоврожайних сільськогосподарських культур [1].

Питання раціонального використання та підвищення родючості ґрунту – одна з найважливіших проблем людства на сьогодні. Особливо актуальна ця проблема для осушуваних та різного роду деградованих земель зони Західного Полісся України. Для вирішення цього питання потрібно насамперед вивчити особливості ґрунтового покриву місцевості, його екологічний стан та вектор розвитку деградаційних процесів.

Одним із основних чинників утворення деградаційних процесів є антропогенний фактор, оскільки певні види людської діяльності негативно впливають на властивості та якісні характеристики ґрунтового покриву, призводять до часткової, а подекуди й повної зміни структури родючого шару, а, отже, і до зниження та втрати родючості цих земель. Для запобігання прояву такого роду процесів необхідно постійно стежити за станом цих земель.

Високопродуктивне використання осушуваних земель у сільськогосподарських цілях можливе лише за своєчасного використання агро меліоративних заходів, спрямованих на покращення якісних характеристик ґрунтового покриву, та, як наслідок, поліпшення умов для ефективного ведення сільськогосподарських робіт. Варто зазначити, що від того, наскільки своєчасно, правильно та якісно будуть проведені такі заходи, залежить подальший результат стосовно продуктивності меліорованих земель і строки окупності затрат на меліорацію [2]. Із застосуванням агро меліоративних заходів змінюється структура та склад родючого шару, пришвидшуються та змінюються процеси, що відбуваються у ґрунті, саме в цей період потрібно з особливою уважністю стежити за станом ґрунтового покриву.

Однією з причин недостатньої продуктивності родючого шару є дефіцит елементів живлення. Основну частку елементів живлення становлять: азотний, фосфорний та калійний режими ґрунтового покриву. Вміст азоту у ґрунті залежить насамперед від забезпечення родючого шару гумусом, оскільки між даними показниками існує кореляційний зв'язок, коефіцієнт кореляції для ґрунтів Полісся становить 0,38-0,45. Наявна на сьогодні тенденція формування від'ємного балансу азотного режиму у ґрунтовому покриві призводить до зниження урожайності сільськогосподарських культур [10].

Додатний баланс фосфору в ґрунтовому покриві формувалася в період інтенсивної хімізації сільськогосподарського виробництва, коли внесення фосфорних добрив значно перевищувало їх виніс рослинами місцевості, проте з кінця минулого століття обсяги внесення фосфору в ґрунт істотно зменшились і почали формувати від'ємний баланс. За

останні роки спостерігається інтенсивне зменшення вмісту фосфору в ґрунтовому покриві, проте за даними ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського», ця тенденція з часом повинна призупинитися та стабілізуватися на рівні низької та середньої забезпеченості елементом, що звісно ж викличе подекуди у рослин гостру його нестачу [3; 10].

Калійний режим у ґрунті формувалася аналогічно фосфорному, відтак при інтенсивній хімізації сільського господарства та внесенні великої кількості калійних добрив поживний елемент закріплювався в кореневому шарі в рухомих і нерухомих формах, залишаючись добре доступним рослинам. На території Полісся у цей період темпи зростання K_2O становили 24–35 % [10].

Для ґрунтового покриву зони Західного Полісся України історично притаманною є кисла реакція ґрунтового покриву, який формується за комплексного поєднання: особливостей кліматичних умов, властивостей материнських порід та антропогенного впливу. Варто відзначити, що площі кислих ґрунтів на цій місцевості не зменшуються, а лише зростають, відтак на початку нинішнього століття 16 % земель Волинської області були кислими, тоді як станом на сьогоднішній день цей показник зріс до 24 % [10]. Підвищений показник кислотності призводить до ряду змін [9; 12], серед них:

- погіршення посухостійкості та стійкості до низьких температур сільськогосподарських культур, що спричинено пригніченням росту та розвитку кореневої системи у кислому середовищі;
- зниження окупності азотних та фосфорних добрив;
- збільшення ймовірності ураження культур грибовими хворобами через сприяння кислого середовища розвитку грибної мікрофлори та пригнічення азотфіксувальних і вільно існуючих бульбочкових бактерій;
- підвищення забур'яненості сільськогосподарських угідь, оскільки бур'яни є більш стійкими до кислого середовища ґрунтового покриву, ніж культурні рослини.

Ще однією важливою умовою для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур є екологічно безпечна ситуація ґрунтового покриву зокрема та місцевості загалом. Проте сучасний екологічний стан ґрунтів зони Західного Полісся залишає бажати кращого, що призводить до падіння рівня родючості даних земель та розвитку деградаційних процесів. Із доповіді про стан навколишнього природного середовища державного екологічного контролю відомо, що подекуди значна кількість порушень викидів в атмосферу та гідросферу є нелімітованими [3]. Для ефективного землекористування необхідна мінімізація неврахованих випадків екологічно-негативного впливу на ґрунтовий покрив, який є однією з першопричин появи деградаційних процесів.

Коли йдеться про екологічну безпеку ґрунтового покриву, зауважимо, що одним із найперших факторів є забруднення земель внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, найбільшої техногенної ката-

строфи людства, яка вкрай негативно вплинула на довкілля загалом та ґрунтовий покрив зокрема. Як наслідок, на території України істотно зріс рівень радіаційного забруднення навколишнього середовища, відтак площа із підвищеним рівнем радіоактивних елементів перевищує 5 млн га в 13 областях країни [4; 6].

Підвищений рівень радіонуклідного забруднення ґрунтового покриву є причиною ряду проблем [6; 10; 11]:

- радіонукліди з ґрунтового покриву потрапляють до продуктів харчування, часто перевищуючи допустимі рівні, натомість у родючому шарі рівень забруднення може бути в межах норми, причиною цього є висока міграційна здатність радіонуклідів за тих чи інших характеристик ґрунтового покриву, наприклад, на легких ґрунтах міграційна здатність значно вища, ніж на землях більш важкого гранулометричного складу, в даному аспекті доцільно виділити торфові ґрунти, де міграційна здатність у 3 рази, а подекуди й 10 разів вища, ніж у мінеральних ґрунтів. Також інтенсивність переходу радіонуклідів із ґрунтового покриву до продуктів харчування певною мірою залежить від вмісту гумусу в родючому шарі, його кислотності та рівня забезпечення рухомими формами фосфору й калію;

- значно зменшується біомаса мікробіоценозу, одного з основних факторів родючості земель, так, у 1990–2000 роках біомаса мікроорганізмів у родючому шарі складала 0,5–0,55 мг/г, а з часом цей показник на деяких ділянках упав до позначки 0,15 мг/г. Це зумовлено насамперед поганим екологічним станом певних територій, що не дозволяє повноцінно функціонувати мікроорганізмам, а отже, продуктивність ґрунтового покриву перебуває на недостатньому рівні.

Близько 90 % важких металів, що надходять у навколишнє середовище, згодом потрапляють у ґрунт, чим погіршують його екологічний стан, якісні характеристики, що призводить до зниження родючості земель. Проте не лише з атмосфери у ґрунт потрапляють важкі метали, також джерелом надходження їх у ґрунтовий покрив є органічні та мінеральні добрива. Органічні добрива роблять менш доступними важкі метали для рослин, адже сприяють їх закріпленню в ґрунтовому покриві, а цинк (122 мг/кг) та мідь (19,8 мг/кг) в органічних добривах присутні в підвищених концентраціях. У мінеральних добривах, зокрема в азотних, вміст важких металів перебуває в наступній кількості: мідь – 26 мг/кг, цинк – 30 мг/кг, свинець – 0,4 мг/кг, кадмій – 0,2 мг/кг. Водночас для фосфатних добрив дані показники становлять: мідь – 33,1 мг/кг, цинк – 48,7 мг/кг, свинець – 13,1 мг/кг, кадмій – 1,4 мг/кг, а для калійних: мідь – 16 мг/кг, цинк – 23 мг/кг, свинець – 8 мг/кг, кадмій – 0,3 мг/кг [11].

Надмірна концентрація важких металів у ґрунтовому покриві сприяє розвитку деградаційних процесів, яскравим прикладом в даній ситуації слугує високий вміст свинцю (Pb) у ґрунті, адже це спричиняє зменшенню кількості та різноманітності ґрун-

тових мікробіоценозів. Також важкі метали, що знаходяться у ґрунтовому покриві, є основним джерелом їх надходження у рослини. Незадовільна екологічна ситуація спостерігається не лише у великих мегаполісах та регіонах з високим рівнем концентрації промислових підприємств, а й далеко за їх межами [5].

Проте за відсутності певної системи моніторингу та контролю за осушуваними та деградованими ґрунтами Західного Полісся є проблемним створення ефективних методичних підходів, спрямованих на раціональне використання та регулювання екологічного стану цих земель.

Погіршує ситуацію помітна строкатість та неоднорідність ґрунтового покриву осушуваних і деградованих земель зони Західного Полісся та відсутність методики регулювання негативного антропогенного впливу на довкілля загалом та ґрунтовий покрив зокрема. Все, що перераховане вище, істотно ускладнює процес моніторингу та контролю за станом наведених ґрунтів, а отже, спонукає до проведення важливої дослідницької роботи.

Головною метою досліджень є оцінка сучасного агроеліоративного та екологічного стану осушуваних і деградованих ґрунтів зони Західного Полісся України.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження, що передбачають оцінку агроеліоративного та екологічного стану ґрунтів, проводились згідно з загальноприйнятими методиками [13–20] на території осушуваних і деградованих землях Ковельського та Камінь-Каширського районів Волинської області. Основними критеріями підбору досліджуваних ділянок були: розміщення в межах радіоактивної зони або на території проведення осушувальних меліорацій. Окрім визначення вмісту радіоактивних сполук, у ґрунтовому покриві дослідження проводились з метою визначення рівня забезпечення ґрунтів поживними елементами, реакції ґрунтового середовища та рівня забруднення родючого шару важкими металами.

Градація отриманих даних проводилась згідно з параметрами оцінювання, що описані в таблиці 1.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження діагностики ґрунтового покриву, що спрямовані на агроеліоративну та екологічну оцінку досліджуваних земель, показали наступні результати даних параметрів:

1. Забезпеченість елементами живлення. На території осушуваних ґрунтів спостерігається низька та нерівномірна забезпеченість елементами живлення, тому отримання високоврожайних сільськогосподарських культур на даних землях можливе насамперед при застосуванні спеціальних заходів із внесенням до родючого шару мікро- та макроелементів, завдяки чому стане реальним привести баланс поживних речовин у ґрунтовому покриві до норми.

Таблиця 1

Градация параметрів ґрунтового покриву

Ступінь кислотності та лужності	показник рН		
	Дуже- та сильнокислі	< 4,1–4,5	
	Середньокислі	4,6–5,5	
	Слабокислі	5,1–5,5	
	Близькі до нейтрального та нейтральні	5,6–7,5	
	Слаболужні	7,6–8,0	
	Середньолужні	8,1–8,5	
	Дуже- та сильнолужні	8,6 - >9,0	
Вміст рухомих форм азоту	Вміст азоту за Корнфілдом, мг/кг		
	Дуже низький	< 100	
	Низький	101–150	
	Середній	151–200	
	Підвищений	> 200	
Вміст рухомого фос- фору	За методом Кірсанова, мг/кг		
	Показник	Ґрунти	
		мінеральні	органічні
	Низький	<50	<100
	Середній	51–100	101–240
	Підвищений	101–150	201–400
	Високий	151>	401>
Вміст рухомого калію	За методом Кірсанова, мг/кг		
	Показник	Ґрунти	
		мінеральні	Органічні
	Низький	<80	<160
	Середній	81–120	161–240
	Підвищений	121–170	241–340
Високий	171>	341>	
ГДК важких елемен- тів у ґрунті, мг/кг	Елемент	Валові форми	Рухомі форми
	Zn	300	23
	Cd	3	0,7
	Pb	30	2
	Cu	100	3
Вміст в ґрунті Cs-137, кБк/м ²	Cs-137, кБк/м ²		
	Максимально сприятлива ситуація	<7,5	
	Нормальна ситуація	7,5–18,5	
	Зона ризику	18,5–37	
	Надзвичайна екологічна ситуація	37–185	

Вміст азоту в досліджуваних ґрунтах переважно дуже низький та низький 11,5–127 мг/кг, при нормі 151–200 мг/кг. Проте трапляються ґрунти з підвищеним вмістом та цифровими показниками 256 мг/кг та 312 мг/кг. У нижніх горизонтах спостерігається істотне зменшення вмісту азоту, а в шарі нижче 40 см його сполуки майже відсутні.

Рівень забезпечення оксидами фосфору досліджуваних ґрунтів перебуває у межах дуже низьких, низьких та середніх показників із цифровими значеннями у верхньому горизонті від 32 мг/кг до 162 мг/кг. Варто відзначити, що в нижніх горизон-

тах вміст P₂O₅ знаходиться в менших кількостях, проте тенденція зменшення значно менша ніж у сполук азоту, що свідчить про міграцію оксидів фосфору у нижні горизонти ґрунтового покриву.

Вміст рухомого калію також перебуває в межах низьких показників із цифровими значеннями від 8 мг/кг до 92 мг/кг, проте у верхньому шарі, як виняток, вміст K₂O становить 182 мг/кг. У нижніх горизонтах ситуація схожа як і з оксидами фосфору, тобто спостерігається добра міграційна здатність, відтак вміст K₂O не значно нижчий ніж у верхніх горизонтах, а подекуди й більший.

Таблиця 2

Агрохімічні показники ґрунтового покриву

№ п/п	Тип ґрунту	Шар, см	Азот, мг/кг	Фосфор, мг/кг	Калій, мг/кг	рН
1	2	3	4	5	6	7
1	Вироблене торфовище	0–35	58	107	92	5,5
		35–60	68	78	31	5,2
2	Торфовище потужне, глибоке	0–40	71	53	63	4,8
		40–60	18	42	37	5,3
		60–100	7,0	65	22	3,8

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
3	Торфовище середньоглибоке слабо- і середньорозкладене, осушене	0–25	312	162	182	5,2
		25–40	118	154	136	4,8
		>40	54	67	127	7,3
4	Торф'яники середньоглибокі і глибокі, слабо- і середньорозкладені, осушені	0–25	256	127	87	5,4
		25–40	135	112	103	5,2
		>40	74	42	78	6,9
5	Торф'яник глибокий, середньорозкладений, осушений	0–25	56	24	38	4,5
		>25	24	56	12	4,1
6	Торф'яник середньоглибокий сильнорозкладений, осушений	0–20	11,5	32	8	6,5
		20–30	9,6	27	4	7,4
		30–50	4,2	14	2	7,7
7	Торф'яники середньоглибокі слабо- і середньорозкладені, осушені	0–30	127	52	17	6,6
		30–45	48,5	27	10	7,8
		45–75	12,5	51	5	7,67

2. Реакція ґрунтового середовища. Результати досліджень показали, що показник рН досліджуваних ґрунтів перебуває переважно в межах кислих значень із деякими винятками, де показник свідчить про дуже кислу або близьку до нейтральної реакцію ґрунтового розчину у верхньому горизонті. У відмінах, де верхній шар ґрунтового покриву є слабкокислим або близьким до нейтрального, спостерігається слаболужна реакція в нижніх горизонтах, яка подекуди досягає позначки 7,8 одиниць. У більш кислих ґрунтах також спостерігається тенденція зміни показника у нижніх горизонтах до слабокислих, а подекуди нейтральних значень, звісно ж із поодинокими винятками, де реакція ґрунтового розчину практично не змінюється або стає ще більш кислою.

3. Для можливості ведення раціонального землеробства та підвищення рівня родючості осушених та деградованих ґрунтів особливу увагу варто приділяти екологічному показнику.

3.1. Вміст важких металів у ґрунті. При вмісті важких металів, що перевищує гранично допустиму концентрацію, зменшується родючість і якість ґрунтів, тобто ведення сільського господарства на цих територіях є менш продуктивним.

Дослідження проводились на осушуваних землях поблизу с. Дубове Ковельського району. Результати аналізів показали (таблиця 3), що на середньоглибоких та глибоких сильнорозкладених осушуваних

торф'яниках у шарі 0–35 см показники вмісту міді (Cu) становлять 0,057 мг/кг, цинку (Zn) – 1,548 мг/кг, кадмію (Cd) – 0,026 мг/кг та свинцю (Pb) – 1,021 мг/кг. Внаслідок зниження міграційних процесів рухомих сполук у нижньому шарі (35–60 см) усі показники вмісту важких металів дещо менші.

На торф'яно-болотних ґрунтах та мілких осушених торф'яниках вміст важких металів у верхньому шарі (0–35 см) дещо відрізняється, відтак спостерігається більша концентрація міді (0,76–0,86 мг/кг), водночас вміст цинку (1,109–1,354 мг/кг) та свинцю (0,421–0,510 мг/кг) дещо менший, приблизно у тих же кількостях кадмій (0,011–0,029 мг/кг). У нижньому шарі даних ґрунтів спостерігається збільшення внаслідок високої міграційної здатності вмісту кадмію на 0,081–0,125 мг/кг, міді – на 0,004–0,01 мг/кг та зниження показників цинку не більше як на 0,49 мг/кг.

Стосовно дерново-підзолистих глеюватих і неоглеєних глинисто-піщаних ґрунтів на карбонатній породі, то у шарі 0–20 см вміст рухомих сполук міді становить 0,076–0,086 мг/кг, цинку – 0,512–0,845 мг/кг, кадмію – 0,015–0,017 мг/кг, свинцю – 0,651–0,79 мг/кг.

У мулуватоболотних і торф'янисто-болотних осушених ґрунтах кількість елементів важких металів у шарі 0–30 см складала відповідно 0,105 мг/кг, 0,561 мг/кг, 0,041 мг/кг та 0,245 мг/кг із поступовим зниженням у наступному горизонті 30–55 см.

Таблиця 3

Вміст важких металів у ґрунтах Дубівської сільської ради (2017–2018 рр.)

№ розрізу	Назва ґрунту	Шар ґрунту, см	Вміст елементів, мг/кг			
			Cu	Zn	Cd	Pb
1,1	Торф'яники середньоглибокі і глибокі сильнорозкладені, осушені	0–35	0,057	1,548	0,026	1,021
1,2		35–60	0,067	1,245	0,004	0,917
2,1	Торф'яно-болотні і торф'яники мілкі осушені	0–30	0,076	1,236	0,014	0,510
2,2		30–45	0,080	1,110	0,012	0,613
3,1	Торф'яно-болотні і торф'яники мілкі осушені	0–30	0,086	1,109	0,029	0,421
3,2		30–50	0,096	0,864	0,017	0,546
4,1	Торф'яно-болотні і торф'яники мілкі осушені	0–24	0,082	1,354	0,011	0,509
4,2		24–50	0,087	1,056	0,019	0,590
5,1	Дерново-підзолисті глеюваті і неоглеєні глинисто-піщані	0–20	0,076	0,512	0,015	0,795
5,2		20–40	0,067	0,398	0,009	0,613
6,1	Мулуватоболотні і торф'янисто-болотні осушені	0–30	0,105	0,561	0,041	0,245
6,2		30–55	0,067	0,508	0,015	0,218
7,1	Дерново-підзолисті глеюваті і неоглеєні глинисто-піщані	0–20	0,086	0,845	0,017	0,651
7,2		20–40	0,091	0,615	0,044	0,596

Результати досліджень ґрунтового покриву Західного Полісся дають зрозуміти, що рівень концентрації важких металів не перевищує гранично допустимих норм, тобто на цих землях важкі метали не є забруднювачами, навіть більше того, запаси міді та цинку на цих територіях в малих та дуже малих кількостях, а отже, вони потребують поповнення запасів, що призведе до покращення продуктивності даних земель.

3.2. Рівень забруднення досліджуваних ґрунтів радіонуклідами. За ступенем концентрації радіонуклідів у ґрунтовому профілі досліджувані землі можна розділити на 4 категорії: 1) максимально сприятлива ситуація, вміст цезію-137 не перевищує 7,5 кБк/м²; 2) нормальна екологічна ситуація, що сприяє веденню сільськогосподарських робіт із метою отри-

мання продуктів харчової продукції без істотних обмежень, показник забруднення радіонуклідами в межах 7,5-18,5 кБк/м²; 3) ґрунти, що перебувають у зоні ризику та характеризуються низькою якістю і родючістю ґрунтового покриву, що спричиняє неефективність використання земель для ведення на них сільськогосподарських робіт через обмеження сільськогосподарських культур, які можна вирощувати на цих землях, та суттєво знижений рівень родючості внаслідок забруднення цезієм-137, вміст якого в межах 18,5-37 кБк/м²; 4) надзвичайна екологічна ситуація, яка супроводжується унеможливленням вирощування культурних рослин на даній території, щільність забруднення радіонуклідами цих земель перебуває у катастрофічних межах 37-185 кБк/м².

Таблиця 4

Рівень радіаційного забруднення Cs-137 (2017–2018 рр.)

Полігон	Населений пункт	Тип ґрунту	Площа полігону, га	Шар, см	Cs-137, кБк/м ²
1	с. Галузія, Камінь-Каширський р-н	Вироблені торфовища	35	0–35	13,3
				35–60	3,3
2	с. Галузія, Камінь-Каширський р-н	Торф'яники потужні глибокі	35	0–40	15,1
				40–60	4,5
				60–100	–
3	с. Волиця, Камінь-Каширський р-н	Торф'яники середньоглибокі і глибокі слабо- і середньорозкладені, осушені	8	0–25	7,4
				25–40	2,1
				>40	–
4	с. Волиця, Камінь-Каширський р-н	Торф'яники середньоглибокі і глибокі слабо- і середньорозкладені, осушені	10	0–25	5,6
				25–40	3,1
				>40	–
5	с. Судче, Камінь-Каширський р-н	Торф'яники глибокі слабокорозкладені, осушені	8	0–25	10,1
				>25	4,1
6	с. Дубове, Ковельський р-н	Торф'яно-болотні і торф'яники мілкі і осушені	20	0–20	3,1
				20–30	0,7
				30–50	–
7	с. Заболоття, Ковельський р-н	Торф'яники середньоглибокі слабо- і середньорозкладені, осушені	35	0–30	6,2
				30–45	1,1
				45–75	–

Результати досліджень показали, що більша щільність забруднення Cs-137 у зразках ґрунту спостерігається на полігонах, які розташовувались у зоні радіаційного забруднення, а саме полігони номер 1 та 2 (табл. 4). Найбільший вміст, а саме 15,1 кБк/м², цезію (Cs-137) на дослідному полігоні з номером 2, що був закладений у с. Галузія Камінь-Каширського району на площі у 35 га на території потужних глибоких торф'яників. На полігоні з номером 1, який також розташований у с. Галузія Камінь-Каширського району на території у 35 га, щільність забруднення Cs-137 становить 13,3 кБк/м². Поблизу с. Волиця Камінь-Каширського району розташовано два дослідні полігони площею 8 та 10 га, на яких вміст цезію-137 становить 9,4 та 8,6 кБк/м² відповідно, а на полігоні номер 5, що знаходиться біля с. Судче Камінь-Каширського району, площею у 8 га та рівнем забруднення 10,1 кБк/м².

Зауважимо, що в нижніх горизонтах ґрунтового профілю рівень радіоактивного забруднення значно

менший, відтак на глибині 30–40 см показник не перевищує 4,5 кБк/м², а нижче 45–60 см забруднення відсутнє.

Дослідні полігони 6 та 7, що знаходились на території Волинської області, було закладено на осушуваних землях, і вміст цезію-137 на них значно менший, ніж на попередніх; так, полігон 6 у с. Дубове Ковельського району на площі 20 га, показник забруднення у верхньому горизонті становить 3,1 кБк/м², а полігон 7, що знаходиться у с. Заболоття Ковельського району площею у 35 га, щільність забруднення цезієм-137 у верхньому шарі ґрунтового покриву дорівнює 6,2 кБк/м². У нижніх горизонтах досліджуваних ґрунтів рівень забруднення радіонуклідами, зокрема Cs-137, значно менший та становить відповідно 0,7 кБк/м² та 1,1 кБк/м², а з глибини 30-45 см радіоактивні часточки не спостерігаються.

Вміст цезію-137 на території Західного Полісся не перевищує позначки у 15,1 кБк/м², тобто тут не

спостерігаються землі із надзвичайною екологічною ситуацією.

ВИСНОВОК

Відсутність достатньої інформаційної бази та певної системи оцінювання щодо якості й особливостей осушуваних і деградованих ґрунтів не дає змоги своєчасно виявляти та ліквідовувати різного роду порушення ґрунтового покриття, що зі свого боку не дозволяє раціонально використовувати дані землі для ведення на них сільськогосподарського виробництва.

В результаті досліджень було сформовано уявлення про сучасний агромеліоративний та екологічний стан ґрунтів, що дозволить в подальшому підвищити продуктивність цих земель, покращивши якісні характеристики, ґрунтуючись на здобутих результатах досліджень. Отже, своєчасне виявлення відхилень якісних показників ґрунтового покриття та приведення їх до норми дозволить отримувати високі врожаї сільськогосподарських культур на осушуваних та різного роду деградованих землях зони Західного Полісся.

ЛІТЕРАТУРА

1. Носко, Б. С. Эколого-агрохимическая оценка применения удобрений и мелиорантов в земледелии Украины. Проблемы использования земли в условиях реформирования сельскохозяйственного производства и проведения земельной реформы: тезисы докладов Междунар. науч.-практ. конф. (8–9 июня 1995 г.; Киев, Чабаны), 1995, с 14–16.
2. Цюпа, М. Г.; Бистріцький, В. С.; Слюсар, І. Т.; Трускавецький, Р. С.; та ін. *Землеробство на осушених землях*. Урожай: Київ, 1990; 184 с.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінв Д.С.: Київ, 2016; 350 с.
4. Надточій, П. П.; Мислива, Т. М.; Вольвач, Ф. В. *Екологія ґрунту*: монографія. Видавництво ПП «Рута»: Житомир, 2010; 473 с.
5. Валерко, Р. А. Забруднення важкими металами ґрунтового покриття і фітоценозів на території м. Житомира та прилеглих до нього агроєкосистем. *Вісн. ДАЕУ*. 2008, с 356–366.
6. Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. 2011. 356 с
7. Городній, М. М. *Агрохімія*. Видавництво Арістей: Київ, 2008; 786 с.
8. Зузук, Ф. В.; Колошко, Л. К.; Карпюк, З. К. *Осушені землі Волинської області та їх охорона: монографія*. Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки: Луцьк, 2012; 294 с.
9. Цапко, Ю. Л.; Десятник, К. О.; Огородня, А. І. *Збалансоване використання та меліорація кислих ґрунтів: монографія*. ФОП Бровін О.В.: Харків, 2018; 252 с.
10. Присяжнюк, М. В.; Греков, В. О.; Ситник, В. П.; Балюк, С. А.; Балаєв, А. Д. та ін. *Національна доповідь про стан родючості ґрунтів*. Київ, 2010.
11. Клименко, М. О.; Борисюк, Б. В.; Колесник, Т. М. *Збалансоване використання земельних ресурсів: навчальний посібник*. ОЛДІ-ПЛЮС: Херсон, 2014; 552 с.
12. Іванюта, С. П.; Коломієць, О. О.; Малиновська, О. А.; Якушенко, Л. М. *Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь*. НІСД: Київ, 2020; 110 с.
13. Якість ґрунту. Визначення щільності забруднення території сільськогосподарських угідь радіонуклідами техногенного походження: СОУ 74.14-37-424:2006 [Чинний від 2007-04-01]. Мінагрополітики України: Київ, 2006; 12 с.
14. Якість ґрунту. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ННЦ ІГА: ДСТУ 4405:2005 [Чинний від 2006-07-01]. Держспоживстандарт України: Київ, 2006; 18 с.
15. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT): ДСТУ ISO 10390:2007 [Чинний від 2009-10-01]. Держстандарт України: Київ, 2003; 8 с.
16. Якість ґрунту. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА імені О. Н. Соколовського: ДСТУ 4729:2007 [Чинний від 2008-01-01]. Держспоживстандарт України: Київ, 2006; 14 с.
17. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.2:2007 [Чинний від 2009-01-01]. Держспоживстандарт України: Київ, 2007; 24 с.
18. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук кадмію в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.3:2007 [Чинний від 2009-01-01]. Держспоживстандарт України: Київ, 2005; 14 с.
19. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук міді в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.6:2007 [Чинний від 2009-01-01]. Держспоживстандарт України: Київ, 2005; 24 с.
20. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук цинку в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії: ДСТУ 4770.9:2007 [Чинний від 2009-01-01]. Держспоживстандарт України: Київ, 2005; 24 с.



Розділ III. Фізіологія людини і тварин

УДК 577.112/.115:[577.175.72-026.564+[616.39:546.15]

DOI <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.2.30-33>

Процеси вільнорадикального окиснення білків, зміни ліпідного профілю та функціонального стану печінки у щурів на тлі набуті інсуліно-резистентності, йододефіциту та інсулінорезистентності у поєднанні з йододефіцитом

Ірина Гложик

Львівський державний університет фізичної культури ім. Івана Боберського, Львів, Україна

Адреса для листування: glozyk.ira@gmail.com

Отримано: 09.09.21; прийнято до друку: 15.11.21; опубліковано: 30.12.21

Резюме. Йододефіцитні стани та інсулінорезистентність – це патофізіологічні процеси, які зумовлюють розвиток комплексу захворювань та порушень, тому детальне вивчення біохімічних механізмів їх виникнення та розвитку є надзвичайно актуальним. Метою цієї роботи було визначення вмісту продуктів окисної модифікації білків, показників ліпідного спектру та рівня амінотрансфераз у щурів з інсулінорезистентністю, йододефіцитом та інсулінорезистентністю у поєднанні з йододефіцитом. У крові та гепатоцитах щурів визначали вміст продуктів окисної модифікації білків. У крові визначали вміст триацилгліцеролів, загального холестеролу, ліпопротеїдів низької щільності та ліпопротеїдів високої щільності, активність аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази.

Встановлено, що у крові та гепатоцитах щурів з інсулінорезистентністю, йододефіцитом та інсулінорезистентністю у поєднанні з йододефіцитом зростає рівень продуктів ОМБ. У крові тварин трьох дослідних груп зростає активність аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази, вміст холестеролу, триацилгліцеролів, ЛПНЩ, знижується вміст ЛПВЩ.

Ключові слова: амінотрансферази, триацилгліцерол, окисна модифікація білків.

Free Radical Oxidation of Proteins, Lipid Profile Changes and functional status in Rats liver with acquired Insulin Resistance, Iodine Defficiency and Insulin Resistance in Combination with Iodine Defficiencyin

Iryna Hlozhyk

Lviv State University of Physical Culture named after Ivan Bobersky

Correspondence: glozyk.ira@gmail.com

Abstract. *Relevance of the topic* – according to modern ideas, insulin resistance and iodine deficiency are deep pathophysiological processes that trigger a cascade of pathological reactions and lead to the formation of a complex of disorders and diseases, so a thorough study of the fundamental mechanisms of their occurrence and development is extremely important.

The purpose of the study was the content of protein peroxidation products, lipid spectrum parameters and the level of aminotransferases in rats with insulin resistance, iodine deficiency, and insulin resistance in combination with iodine deficiency.

Material and methods. The study was performed on 45 white nonlinear rats weighing 120–180 g, which were divided into three experimental groups: rats with insulin resistance (1st experimental group, n = 15), animals with iodine deficiency (2nd experimental group), animals with insulin resistance in combined with iodine deficiency (3rd experimental group, n = 15). The control group consisted of 15 intact rats. The content of oxidative protein modification products in the blood and liver tissue of rats was determined. Blood lipid spectrum was assessed by serum levels of triacylglycerols, total cholesterol, high-density lipoproteins and low-density lipoproteins, followed by calculation of the atherogenic factor. The activity of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase was determined in the blood.

Results. It was found that the content of products of oxidative modification of proteins in the liver and blood tissue of animals of experimental groups increases. The most pronounced differences in the parameters of the lipid spectrum in relation to the control were found in animals with insulin resistance in combination with iodine deficiency. In animals of this group, the level of cholesterol was twice the control, the content of triacylglycerols increased by 60.32 % compared to the control, the content of low-density lipoproteins exceeded the control by 2.2 times, and high-density lipoproteins decreased relative to the control by 75.74 % . Aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase activity in animals of this experimental group exceeded the control by 75 % and 78 %, respectively.

Conclusions. In the blood and liver tissue of rats with insulin resistance, iodine deficiency, and insulin resistance in combination with iodine deficiency, the content of free radical oxidation products increases. The content of cholesterol, triacylglycerols, low-density lipoproteins increases in the blood, the content of high-density lipoproteins decreases, the activity of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase increases. The most pronounced differences in the indicators in relation to the control were found in animals with insulin resistance in combination with iodine deficiency.

Key words: aminotransferases, triacylglycerol, oxidative modification of proteins.

ЗВ'ЯЗОК РОБОТИ З НАУКОВИМИ ПРОГРАМАМИ, ПЛАНАМИ, ТЕМАМИ

Робота є частиною планової науково-дослідної роботи кафедри фізіології Івано-Франківського національного медичного університету на тему «Метаболічні основи впливу есенціальних мікроелементів на забезпечення структурного і функціонального гомеостазу щитоподібної залози», № державної реєстрації 0111U000871.

ВСТУП

Порушення тиреоїдного гомеостазу, зумовленого йододефіцитом, негативно впливає на структурно-функціональні особливості певних органів та систем [1,2]. Зокрема, при субклінічному гіпотиреозі підвищується інсулінорезистентність, яка призводить до порушення транспорту інсуліну [3,4]. Терміном «інсулінорезистентність» називають резистентність (нечутливість) щодо утилізації глюкози. Вона має вплив на мінеральний обмін та вегетативну нервову систему. Гіперінсулінемія, що виконує компенсаторну функцію для підтримання нормоглікемії, водночас має пошкоджувальний характер. Існує припущення, що інсулін може змінювати активність ензиматичних антиоксидантів у клітинах, а недостатність інсуліну може бути причиною змін антиоксидантного статусу організму [5, 6, 7]. Відомо багато патологічних станів, які включають інсулінорезистентність. Зокрема, патогенез гіпотиреозу ґрунтується на розвитку інсулінорезистентності [8, 9, 10].

Йододефіцитні стани та інсулінорезистентність – це патофізіологічні процеси, які зумовлюють розвиток комплексу захворювань і порушень, тому детальне вивчення біохімічних механізмів їх виникнення та розвитку є надзвичайно актуальним.

Мета дослідження. Визначити вміст продуктів окисної модифікації білків, рівень показників ліпідного спектру та активність амінотрансфераз у щурів з інсулінорезистентністю, йододефіцитом та інсулінорезистентністю у поєднанні з йододефіцитом.

МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проведено на 45 білих нелінійних щурах масою 120–180 г, яких розділили на три дослідні групи: щури з інсулінорезистентністю (Ір) (1-ша дослідна група, n=15), тварини з йододефіцитом (Йд) (2-га дослідна група), тварини з інсулінорезистентністю у поєднанні з йододефіцитом (Ір + Йд)

(3-я дослідна група, n=15). Розвиток набуті Ір у дослідних тварин відтворювали шляхом додавання до питної води 10% розчину фруктози впродовж 8 тижнів. Розвиток йододефіциту моделювали за допомогою спеціальної дієти. Контрольну групу складали 15 інтактних щурів.

Утримання тварин та експерименти проводилися відповідно до положень «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментів та інших наукових цілей» (Страсбург, 2005), Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» (2006, ст. 26), «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених П'ятим національним конгресом з біоетики (Київ, 2013).

Евтаназію здійснювали шляхом декапітації під кетаміновим наркозом (100 мг/кг маси тіла). У крові та тканині печінки визначали кількість продуктів окисної модифікації білків (ОМБ) шляхом спектрофотометрії на спектрофотометрії SPECORD M 40 (Німеччина) [11]. Ліпідний спектр крові оцінювали за вмістом у сироватці крові триацилгліцеридів, загального холестерину (ЗХС), ліпопротеїдів високої (ЛПВЩ) та низької (ЛПНЩ) щільності з наступним обчисленням коефіцієнта атерогенності (КА). Уміст ЗХС, ЛПНЩ, ЛПВЩ, ТАГ визначали з використанням стандартних наборів ТОВ НВП «Філісіт-Діагностика» (Дніпропетровськ, Україна) на спектрофотометрії LV/VIS ULAB (модель 108/108 UV, Китай).

Для оцінки ураження клітин печінки, проникливості мембран гепатоцитів (розвитку цитолізу) визначали вміст аспартатамінотрансферази (АсАТ, [2.6.1.1]), аланінамінотрансферази (АлАТ, [2.6.1.2]) у сироватці крові та визначали коефіцієнт Де Рітиса: співвідношення АсАТ/АлАТ. Активність ферментів визначали уніфікованим методом Райтмана-Френкеля з використанням стандартних реактивів («Філісіт-Діагностика», Дніпропетровськ, Україна).

Отримані дані опрацьовані статистично за допомогою програмного забезпечення Excel ("Microsoft", США) і Statisticav.10.1. ("Statsoft", США), методом варіаційної статистики з використанням U-критерію Манна –Уїтні та критерію Стьюдента. Статистично достовірно вважали різницю при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами досліджень встановлено, що в сироватці крові та тканині печінки щурів дослідних груп зростає вміст продуктів окисної модифікації

білків, що зумовлено активацією процесів ПОБ (табл. 1). У сироватці крові тварин з інсулінорезистентністю E356 перевищував контроль на 45,42 % ($P<0,05$), E 370 – на 17,70 % ($P<0,05$), E430 на 10,74%, E530 на 35,71% відповідно. У тварин з йододефіцитом рівень E356 був нижчий щодо контролю на 15,7 % ($P<0,05$), рівень E 370 знизився на 26,3 %, а значення показників E430 та E 370 вірогідно не відрізнялись від показників тварин контрольної групи. У групі тварин з інсулінорезистентністю у поєднанні з йододефіцитом E356 перевищував контроль на 34,64 % ($P<0,05$), E 370 на 40,33 %, E430 – на 18,18 %, E530 на 50 % відповідно.

У гепатоцитах тварин з інсулінорезистентністю рівень фракції E356 зріс на 30,77 % ($P<0,05$), E370 – на 37,21 %, E430 перевищував контроль на 64,52 %, а E530 у два рази перевищував відповідний показник контрольної групи. У тварин другої дослідної групи рівень фракції E356 вірогідно не відрізнявся від контролю, E370 перевищував контроль на 13,98 %, E430 був вищий від контролю на 25,9 %, E530 – на 60 %. У тварин 3-ї дослідної групи рівень E356 перевищував контроль на 51,28 % ($P<0,05$), E370 – на 60,46 %, E430 на 48,39 % зріс порівняно з показником контрольної групи, E530 перевищив контроль на 80 %.

Таблиця 1

Окиснювальна модифікація білків (опт. од./г білка) у сироватці крові та тканині печінки у щурів ($M\pm m$; $n=15$)

Група тварин	E356	E370	E430	E530
Сироватка крові				
Контроль (інтактні тварини)	3,06 ± 0,82	3,05 ± 0,79	1,21 ± 0,47	0,14 ± 0,05
Тварини з інсуліно-резистентністю (1-а дослідна група)	4,45 ± 0,52*	3,59 ± 0,45	1,34 ± 0,20	0,19 ± 0,02
Тварини з йододефіцитом (2-а дослідна група)	2,58 ± 0,42	2,25 ± 0,45	1,29 ± 0,11	0,14 ± 0,02
Тварини з інсуліно-резистентністю у поєднанні з йододефіцитом (3-я дослідна група)	4,12 ± 0,30	4,28 ± 0,26 *	1,43 ± 0,11	0,21 ± 0,02*
Печінка				
Контроль (інтактні тварини)	0,39 ± 0,1	0,43 ± 0,06	0,31 ± 0,08	0,05 ± 0,005
Тварини з інсулінорезистентністю (1-а дослідна група)	0,51 ± 0,09	0,59 ± 0,08	0,51 ± 0,09*	0,11 ± 0,01*
Тварини з йододефіцитом (2-а дослідна група)	0,41 ± 0,03	0,49 ± 0,02	0,39 ± 0,01	0,08 ± 0,002
Тварини з інсуліно-резистентністю у поєднанні з йододефіцитом (3-я дослідна група)	0,59 ± 0,06 *	0,69 ± 0,03 *	0,46 ± 0,03*	0,09 ± 0,001*

У групі тварин з інсулінорезистентністю рівень холестеролу зріс на 71,53 % стосовно контролю, рівень ТАГ зріс на 55,6 %, ЛПНЩ перевищували контроль у 2,2 рази, а рівень ЛПВЩ знизився порівняно з контролем на 79,41 % (табл. 2). Активність АсАТ у групі тварин з інсулінорезистентністю перевищувала контроль на 71 %, активність АлАТ у тварин цієї групи перевищувала даний показник контрольної групи та 76 %.

У тварин 2-ї дослідної групи рівень холестеролу був вищий порівняно з контролем на 42 %, рівень триацилгліцеролів перевищував контроль на

48 %, вміст ЛПНЩ був вищий порівняно з контролем на 54 %, а рівень ЛПВЩ був нижчим порівняно з контролем на 59 %. У тварин цієї дослідної групи активність АсАТ перевищувала контроль на 73 %, а активність АлАТ на 70 % відповідно.

У тварин третьої дослідної групи рівень холестеролу перевищував контроль у два рази, вміст ТАГ був вищим порівняно з контролем на 60,32 %, ЛПНЩ у 2,2 рази перевищували даний показник контрольної групи, ЛПВЩ були нижчими стосовно контролю на 75,74 %. Активність АсАТ на 75 % перевищувала контроль, активність АлАТ – на 78 %.

Таблиця 2

Зміни окремих біохімічних показників у крові щурів при ожирінні, йододефіциті та ожирінні у поєднанні з йододефіцитом ($M\pm m$, $n=15$)

Показники	Контроль	Інсуліно-резистентність	Йододефіцит	Інсуліно-резистентність + йододефіцит
Холестерол, ммоль/л	1,37±0,16	2,35±0,38*	1,95±0,19	2,76±0,78*
Триацилгліцериди, ммоль/л	0,63±0,16	0,98±0,32*	0,93±0,35	1,01±0,36*
ЛПВЩ, г/л	1,36±0,12	0,28±0,09*	1,15±0,10	0,33±0,09*
ЛПНЩ, г/л	0,35±0,03	0,75±0,05*	0,54±0,04	0,78±0,06*

ОБГОВОРЕННЯ

Інсулінорезистентність та йододефіцитні стани є досить потужними чинниками процесів кисневозалежного метаболізму у клітинах тканини печінки щурів [12]. У крові та гепатоцитах тварин з інсулінорезистентністю та інсулінорезистентністю у поєднанні з йододефіцитом виявлено збільшення вмісту продуктів окисної модифікації білків. У тварин 2-ї дослідної групи спостерігаємо незначне зниження показників E356 та E370, а рівень E430 та E530 вірогідно не відрізняється від контролю. Як відомо з літературних джерел, інтенсифікація процесів перекисного окиснення є інформаційним сигналом про пошкодження гепатоцитів, зумовлене розвитком патологічних процесів і метаболічні зміни тісно пов'язані з розвитком структурних змін у гепатоцитах тварин [13, 14].

На розвиток порушень метаболізму гепатоцитів вказує збільшення вмісту ЛПНЩ та зниження вмісту ЛПВЩ у сироватці крові дослідних тварин на тлі збільшення вмісту триацилгліцеролів та підвищення активності в крові таких ензимів, як АЛАТ та АсАТ [14, 15]. Найбільшу різницю виявлено між показниками 3-ї дослідної групи та контролем.

ВИСНОВКИ

У крові та гепатоцитах щурів з інсулінорезистентністю, йододефіцитом та інсулінорезистентністю у поєднанні з йододефіцитом зростає рівень продуктів ОМБ. У крові тварин трьох дослідних груп зростає активність аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази, вміст холестеролу, триацилгліцеролів, ЛПНЩ, знижується вміст ЛПВЩ.

Перспективою подальших досліджень є поглиблене дослідження біохімічних механізмів виникнення та розвитку даних патологій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Марущак, М. І.; Антонішин, І. В.; Габор, Г. Г.; Брижиський, А. В. Вплив дисбалансу мікроелементів на регуляцію

- апоптозу в щурів з аліментарним ожирінням. *Вісник наукових досліджень* (3). 2015, с 97–100.
2. Chung, H. Iodine and thyroid function. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*. 2014, p 8–12.
3. Ramachandran, K.; Ebenezer, W.; Thangapaneer, S.; Shyam, K. Relationship between lipoprotein(a) and thyroid hormones in hypothyroid patients. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014, 2, p 37–39.
4. Desai, J.; Vachhani, U. N.; Modi, G.; Chauhan, K. A study of correlation of serum lipid profile in patients with hypothyroidism. *International Journal of Medical Science and Public Health*. 2015, 8, p 1108–1112.
5. Rizos, C. V. Effects of thyroid dysfunction on lipid profile. *The Open Cardiovascular Medicine Journal*. 2011, 5, p 76–84.
6. Longhi, S. Thyroid function and obesity. *J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol.* 2013, 5, p 40–44.
7. Kok-Yong, C.; Soelaiman, I.; Isa, N. [et al.]. The relationships between thyroid hormones and thyroid-stimulating hormone with lipid profile in euthyroid men. *Int. J. Med. Sci.* 2014, 4, p 349–355.
8. Саган, Н. Т.; Попадинець, О. Г.; Дубина, Н. М. Вплив йододефіциту і гіпотиреозу на різні органи: теоретичний і клінічний аспекти. *Вісник проблем біології і медицини*. 2016. Вип. 2(2), с 296–300.
9. Нечипорук, В. М.; Корда, М. М. Метаболізм при гіпо- та гіпертиреозі. *Вісн. наук. дослідж.* 2015, 3, с 4–7.
10. Mironchik, V. V. Method of determination of lipid hydroperoxides in biological tissues. Patent SU, no. 1084681. 1984 (in Russian).
11. Дубинина, Е. Е.; Морозова, М. Г.; Леонова, Н. В. Окислительная модификация белков плазмы крови больных психическими расстройствами (депрессия, деперсонализация). *Вопросы медицинской химии*. 2000, 4, с 54–58.
12. Кравченко, В. І. Медичні проблеми йододефіциту та протидія йодозалежним захворюванням. *Ендокринологія*. 2014, 19(4), с 312.
13. Купчак, Н. Г.; Покотило, О. С.; Покотило, О. О. Дослідження впливу йоду на вміст окремих класів ліпідів у крові щурів з експериментальним ожирінням. *Наукові записки ТНТУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія*. 2017; с 265–269.
14. Гложик, І. З.; Багрий, М. М.; Бігун, Р. Р.; Варунків, С. В. Структурно- метаболічні особливості печінки за умов йододефіциту. *Матеріали науково-практичної конференції «Вплив довкілля Прикарпаття на перебіг фізіологічних процесів»*. Івано-Франківськ, 2017; с 36.
15. Гложик, І. З. Біохімічні маркери вільнорадикального окиснення та обміну ліпідів у щурів з ожирінням, йододефіцитом та ожирінням у поєднанні з йододефіцитом. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2021, 6, 4(32), с 166–171.



Особливості клініко-біохімічного та молекулярно-імунологічного статусу хворих на COVID-19 залежно від віку та супутньої патології

Василь Пикалюк¹, Анна Ющук²

¹Волинський національний університет імені Лесі Українки

²КП «Волинська обласна інфекційна лікарня»

Адреса для листування: pikaluk@ukr.net; annayushchuk2010@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8108-8216>

Отримано: 10.08.21; прийнято до друку: 15.11.21; опубліковано: 30.12.21

Резюме. Поява (COVID-19) поставила перед фахівцями у сфері охорони здоров'я складні завдання, пов'язані зі швидкою діагностикою та клінічним веденням хворих із цією інфекцією. Хоч епідемія коронавірусної інфекції COVID-19 охопила весь світ, багато проблем щодо епідеміології, діагностики, клініки, лікування та профілактики цієї інфекції залишаються мало вивченими та неоднозначними.

У статті подано структурну характеристику (вікову, статеву, діагностичну) хворих на COVID-19, пролікованих на базі КП «Волинська обласна інфекційна лікарня» за 2020-2021 роки, охарактеризовано особливості гематологічних та біохімічних показників у хворих на COVID-19 різних вікових груп залежно від супутньої патології.

Виявлена кореляційна залежність між гематологічними, біохімічними, імунологічними та молекулярно-біологічними дослідженнями у хворих на COVID-19 різної статі та різних вікових категорій дозволить виробити принципи ранньої діагностики захворюваності, передбачити клінічний перебіг та створити персоніфікований підхід до лікування хворих з COVID-19. Результати дослідження дозволять підвищити ефективність діагностики та розробити критерії прогнозування щодо протікання захворювання, що надасть можливість забезпечити адекватну терапію, та збереження в подальшому здоров'я і життя хворих.

Ключові слова: коронавірус, COVID-19, лабораторна діагностика.

Features of clinical-biochemical and molecular-immunological status of patients with COVID-19 depending on age and concomitant pathology

Vasyl Pykalyuk¹, Anna Yushchuk²

¹Lesya Ukrainka Volyn National University

²KP «Volyn Regional Infectious Diseases Hospital»

Correspondence: pikaluk@ukr.net; annayushchuk2010@gmail.com.

Abstract. The advent (COVID-19) has posed difficult challenges for healthcare professionals in the rapid diagnosis and management of patients with this infection. Although the epidemic of COVID-19 infection has spread worldwide, many issues related to the epidemiology, diagnosis, clinic, treatment and prevention of this infection remain poorly understood and ambiguous.

The article presents the structural characteristics (age, sex, diagnostic) of patients with COVID-19, treated on the basis of KP «Volyn Regional Infectious Diseases Hospital» for 2020-2021, describes the features of hematological and biochemical parameters in patients with COVID-19 in different age groups depending on the concomitant pathology.

The revealed correlation between hematological, biochemical, immunological and molecular biological studies in patients with COVID-19 of different sexes and different age categories will allow to develop principles of early diagnosis of the disease, predict the clinical course and create a personalized approach to treatment of patients with COVID-19. The results of the study will increase the efficiency of diagnosis and develop criteria for predicting the course of the disease, which will provide adequate therapy and further health and life of patients.

Key words: viral infection, coronavirus, COVID-19, laboratory diagnostics.

ВСТУП

Понад 100 років тому пандемія грипу, або так звана «іспанка», у 1918 році забрала щонайменше 50 мільйонів життів у всьому світі (за деякими даними 100 мільйонів). Тепер людство стикається з іншою пандемією – спалахом нового коронавірусу SARS-CoV-2, змушуючи нас жити з цим вірусом, можливо, протягом тривалого часу. З грудня 2019 року вченим та лікарям багато стало відомо про це захворювання під назвою COVID-19. Рівень смертності для COVID-19 оцінюється в діапазоні від 0,5 % до 3,5 %, а клінічний прогноз захворювання становить: 40 % – легка форма, 40 % – помірна, 15 % – важка, 5 % – критична [1].

Коронавірус (COVID-19) вважається новим вірусом, що швидко поширився у всьому світі. У грудні 2019 року в провінції Хубей Китаю виявлений новий коронавірус під назвою Синдром важкого гострого респіраторного синдрому Коронавірус 2 (SARS-CoV-2) або (2019-nCoV) з невідомим походженням. Епідемічна хвороба, спричинена ГРВІ-CoV-2, називається коронавірусною хворобою-19 (COVID-19) [2; 3]. Вірусна інфекція поширилася на міжнародному рівні, і ВООЗ оголосила про надзвичайну ситуацію, пов'язану з міжнародним занепокоєнням у галузі охорони здоров'я. За даними ВООЗ від 24.10.2021 р. у всьому світі інфіковано 244 226 978, серед них зареєстровано 4 961 726 смертельних випадків (2,0 %), 221 273 492 випадків одужання (90,6 %) і 17 991 760 (7,4 %) хворіють зараз. В Україні, за даними Центру громадського здоров'я, станом на 24 жовтня, за весь час пандемії коронавірусної хвороби COVID-19 захворіло 2 769 405 осіб, одужало 2 375 776 осіб і летальних випадків 63 872.

Поширення вірусу SARS-CoV-2 породило грецький алфавіт штамів – систему іменування, яку використовує Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) для відстеження нових мутацій вірусу, що викликає COVID-19. Деякі з них оснастили вірус кращими способами зараження людей або ухилення від захисту, який забезпечують вакцини. На сьогодні вчені виявили багато різних штамів вірусу SARS-CoV-2, але найбільше занепокоєння викликають наступні:

- «Дикий» (L) – уперше зафіксовано в Китаї в грудні 2019 року;
- «Альфа» (B.1.1.7) – уперше виявили у Великій Британії в грудні 2020 року;
- «Бета» (B.1.351) – уперше зафіксовано в Південно-Африканській Республіці в грудні 2020 року;
- «Гама» (P.1) – уперше знайдений у Бразилії в січні 2021 року;
- «Дельта» (B.1.617) – уперше виявлений в Індії у квітні 2021 року.

Мутація – це типове явище для всіх вірусів, а не тільки для SARS-CoV-2. Аналогічна ситуація спостерігається, наприклад, і з вірусом грипу.

Сьогодні вчені залишаються зосередженими на Delta – домінувальному штамі, який швидко поширюється у всьому світі, але відстежують і інші

варіанти мутацій, аби передбачити, що може одного дня замінити Delta-штам.

Варіант Delta, вперше виявлений в Індії, залишається найбільш тривожним. Цей штам вірусу вражає нещеплене населення у багатьох країнах і здатний заразити більшу частку вакцинованих людей, ніж його попередники.

ВООЗ класифікує Delta як варіант, що викликає занепокоєння, тобто такий, що є більш контагіозним, продемонстрував здатність викликати більш важкі захворювання або зменшувати користь від вакцин та лікування. Китайські дослідники виявили, що люди, інфіковані Delta, переносять на слизовій носа у 1260 разів більше вірусу, порівняно з оригінальним (первинним) варіантом коронавірусу.

І ще одна відмінність «на користь» Delta-штаму – первинний коронавірус персистував в організмі до семи днів перед появою симптомів. Натомість Delta може викликати симптоми на два-три дні раніше, що дає імунній системі менше часу для реагування та захисту.

Схоже, що Delta також мутує, і з'являються повідомлення про варіант Delta Plus – штам, який ухиляється від імунного захисту.

Варіант Lambda привернув увагу як потенційна нова загроза. Але цей штам коронавірусу, вперше виявлений у Перу в грудні 2021 року, може відступати.

ВООЗ класифікує Lambda-штам як варіант, що представляє інтерес. Lambda несе мутації, які, можливо, змінюють трансмісивність або викликають більш важке захворювання, але цей штам вірусу все ще розслідується. Лабораторні дослідження показують, що він має мутації, які є стійкими до вакциноіндукованих антитіл.

Поява (COVID-19) поставила перед фахівцями у сфері охорони здоров'я складні завдання, пов'язані зі швидкою діагностикою та клінічним веденням хворих із цією інфекцією. Хоч епідемія коронавірусної інфекції COVID-19 охопила весь світ, багато проблем щодо епідеміології, діагностики, клініки, лікування та профілактики цієї інфекції залишаються мало вивченими та неоднозначними. На сьогодні існує інформація, що цей вірус в основному передається повітряно-крапельним шляхом. Але є дані про передачу вірусу й іншими шляхами, зокрема контактним, фекально-оральним і навіть вертикальним шляхом. За даними літератури більшість інфікованих людей страждають легкими формами захворювання, зі схожими на грип симптомами [4]. При цьому для кожного третього інфікованого характерний важкий перебіг хвороби, а смертність складає 5–7 %.

Метою нашого дослідження є вивчення циркуляції маркерів вірусу COVID-19 з характеристикою структури захворюваності, дослідження гематологічних, біохімічних та імунологічних показників і їх особливостей у взаємозв'язку з віком, статтю та супутньою патологією.

Завдання дослідження:

- визначити особливості циркуляції маркерів (антигену та антитіл) у хворих на COVID-19;

- визначити структурний розподіл пацієнтів за статтю, віком, супутньою патологією;
- вивчити молекулярно-біологічні, імунологічні, гематологічні та біохімічні показники у хворих на COVID-19 залежно від віку, статі та супутньої патології;
- встановити взаємозв'язок між молекулярно-біологічними, імунологічними, гематологічними та біохімічними показниками у хворих на COVID-19 залежно від віку та супутньої патології;
- розробити критерії ранньої діагностики важкості протікання та прогнозу виходу при інфекції COVID-19.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В процесі дослідження використано такі методи:

1. Імунологічні методи:
 - метод імуноферментного аналізу (визначення імуноглобулінів А, М, G);
 - метод імунохроматографії (визначення Антигена до COVID-19).
2. Молекулярно-біологічні дослідження:
 - ПЛР реакція в режимі реального часу.
3. Гематологічні дослідження:
 - загальний аналіз крові (метод кондуктометрії);
 - мікроскопія клітин крові (цитологічний метод).
4. Біохімічні методи:
 - визначення білкового обміну;
 - визначення вуглеводного обміну;
 - визначення ферментів;
 - визначення лактату у цільній крові;
 - визначення СРБ кількісного;
 - визначення феритину;
 - визначення газів крові (PO₂, PCO₂) та pH крові.
5. Гемостазіологічні методи:
 - визначення фібрिनотену;
 - визначення протромбінового індексу;
 - визначення АЧТЧ;
 - визначення МНВ;
 - визначення Д-димер.

Обладнання, за допомогою якого проводили дослідження:

1. Біохімічний аналізатор автомат Cobaas 111.
2. Гематологічний аналізатор автомат Sysmex XNL 350.
3. Аналізатор газів крові Siemens Rapid Point500.
4. Гемокоагулометр Bioksel 3003.
5. Молекулярна діагностика ПЛР ELITE In Genius.

Так, особам з підозрою на захворювання показаний комплекс клінічного обстеження для визначення ступеня тяжкості стану. Діагноз встановлюється на основі епідеміологічного анамнезу та результатів лабораторно-інструментальних методів досліджень.

Лабораторна діагностика є найбільш специфічним діагностичним критерієм у встановленні діагнозу. Ця діагностика за протоколами щодо обстеження на COVID-19 [5] включає: клінічний аналіз, біохімічний аналіз крові, дослідження С-реактивного білка (СРБ) в сироватці крові, дослідження гемостазу (включаючи Д-димер), дослідження кислотно-лужного стану крові, дослідження газів крові. Але в плані діагностики більш точною та надійною є специфічна діагностика вірусної інфекції. До такої діагностики, щодо вірусу COVID-19, належить виявлення його маркерів, тобто виявлення вірусу чи його антигенів, та визначення формування антитіл до цього вірусу. На сьогодні встановлення наявності вірусу антигенів або присутності вірусних білків (антигенів) проводиться за виявленням РНК COVID-19 методом ПЛР (на даний момент – найбільш точний метод). Лабораторне обстеження на РНК SARS-CoV-2 рекомендовано проводити всім особам з ознаками тяжкого гострого респіраторного синдрому та інших ГРВІ.

Для виявлення антитіл до COVID-19 на сьогодні розроблено визначення антитіл А, М, G методом імуноферментного аналізу. А також виявлення антигена методом імунохроматографії.

На сьогодні відомо, що чутливість тестів на антитіла тісно пов'язана з тим, коли проводиться тест. Тому, коли дослідники вивчили дані, отримані через 15–35 днів після появи перших симптомів, тести на антитіла точно виявили 90 % людей з COVID-19.

24 червня 2020 року Cochrane library було опубліковано висновки проаналізованих досліджень щодо діагностики коронавірусу: чутливість тестів на антитіла виявилась занадто низькою протягом першого тижня з моменту появи симптомів, щоб мати основну роль для діагностики COVID-19 [6].

При цьому аналіз загальних антитіл та Ig, G/Ig, М показали низьку чутливість протягом першого тижня з моменту появи симптомів (усі менше 30,1 %), зростаючи на другому тижні і досягаючи своїх найвищих значень на третьому тижні. Виявлення антитіл до SARS-CoV-2 має допоміжне значення для діагностики COVID-19 та основне значення для оцінки імунної відповіді на існуючу чи перенесену інфекційну хворобу.

Антитіла класу А (IgA) розпочинають формуватися і доступні для детекції приблизно з 2 дня від появи хвороби, досягають піку через 2 тижні та зберігаються тривалий час. Антитіла класу М (Ig M) розпочинають виявлятися приблизно на 7 добу від початку хвороби, досягають піку через тиждень і можуть зберігатися впродовж 2-х місяців і більше. Приблизно з 3-го тижня або й раніше визначають антитіла класу G (Ig G) до SARS-CoV-2 [6].

Через те що не вивчені питання циркуляції маркерів вірусу, то не розроблені й критерії прогнозування, діагностики, а отже, й відповідного лікування. Це особливо стосується України, де виникнення епідемії може призвести до колапсу медичної галузі.

Тому розробка критеріїв діагностики і прогнозування протікання хвороби, викликаной COVID-19, є на сьогодні актуальною та надзвичайно важливою.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Нами проведено аналіз історій хворих на COVID-19 (штам В), пролікованих на базі КП «Во-

линська обласна інфекційна лікарня» за 2020 рік. Всього проліковано 1316 осіб, з них: чоловіків – 533 (40,5 %), жінок – 730 (55,4 %), дітей – 53 (4,02 %), з них 30 – дівчат та 23 – хлопці. Також проведено аналіз даних за наступними віковими категоріями та статтю (табл. 1).

Таблиця 1

**Статистичний аналіз історій захворювань хворих, пролікованих на базі
КП «Волинська обласна інфекційна лікарня» за 2020 рік**

Стать \ Вік	до 60 років	60–70 років	старші 70 років	Всього
Чоловіки	239 (44,8 %)	180 (33,8 %)	114 (21,4 %)	533
Жінки	297 (40,6 %)	246 (33,6 %)	187 (25,6 %)	730

Летальних випадків було 50 (серед жінок – 29, чоловіків – 21), що складало 3,7 %.

Також нами проведено статистичний аналіз історій захворювань хворих, пролікованих на базі КП «Волинська обласна інфекційна лікарня» за

2021 рік (8 місяців) (табл. 2). Всього проліковано 1276 осіб, з них чоловіків – 472 (36,9 %), жінок – 763 (59,7 %), дітей – 41 (3,2 %) (дівчат – 22, хлопців – 19). Проведено аналіз даних за наступними віковими категоріями та статтю (табл. 2).

Таблиця 2

**Статистичний аналіз історій захворювань хворих, пролікованих на базі
КП «Волинська обласна інфекційна лікарня» за 2021 рік (за 8 місяців)**

Стать \ Вік	до 60 років	60–70 років	старші 70 років	Всього
Чоловіки	240 (51 %)	117 (24,8 %)	113 (24,0 %)	470
Жінки	323 (42,2 %)	238 (31,1 %)	204 (26,6 %)	765

Летальних випадків 54, що складало 4,2 % (серед жінок – 30, чоловіків – 24).

Ще одним кроком у дослідженні стало опрацювання групи хворих на COVID-19 (174 особи), які було розподілено за такими критеріями: хворі

без супутньої патології, з супутньою патологією та хворі з летальними випадками (табл. 3). Контрольна група (хворі з пневмонією без COVID-19) становить 33 особи.

Таблиця 3

Структура хворих на COVID-19 за віком та статтю

Стать \ Вік	Хворі на COVID-19 без супутньої патології n=19		Хворі на COVID-19 з супутньою патологією n=75		Хворі на COVID-19 з летальними випадками n=47		Контрольна група хворих із пневмонією без COVID-19 n=33	
	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж
Зрілий	n=18; ж-10, ч-8				n=4		n=15	
	4	5	4	5	4	0	8	7
Літній	n=55; ж-34, ч-16				n=25		n=16	
	5	5	11	34	13	12	11	5
Старечий	n=21; ж-14, ч-7				n=18		n=2	
	0	0	7	14	9	8	2	0

Аналіз результатів дослідження засвідчує, що більшість хворих – це люди літнього віку. Летальні випадки складають 4,2 %, а одужує 95,8 %. Жінки (59,1 %) хворіють частіше, ніж чоловіки (40,8 %) – на 18,3 %.

Також групу обстежених хворих на COVID-19 було структуровано залежно від супутньої патології (рис. 1).

Основна маса хворих на COVID-19 із супутньою патологією мала гіпертонічну хворобу (62,3 %); наступна група – цукровий діабет (21,5 %) та ішемічну хворобу серця (10,7%); відсутність патології засвідчено у 5,4 % хворих.

Інформативними лабораторними показниками хворих на COVID-19 у групах живі та померлі виявились наступні показники (рис. 2).

NLR – коефіцієнт, який розраховується на основі результатів клінічного аналізу крові, а саме це співвідношення лімфоцитів до нейтрофілів.

IG – підрахунок незрілих гранулоцитів, які включають у себе промієлоцити, мієлоцити та метамієлоцити.

АЛАТ – аланін амінотрансфераза.

АСАТ – аспартат амінотрансфераза.

СРБ – С-реактивний білок.

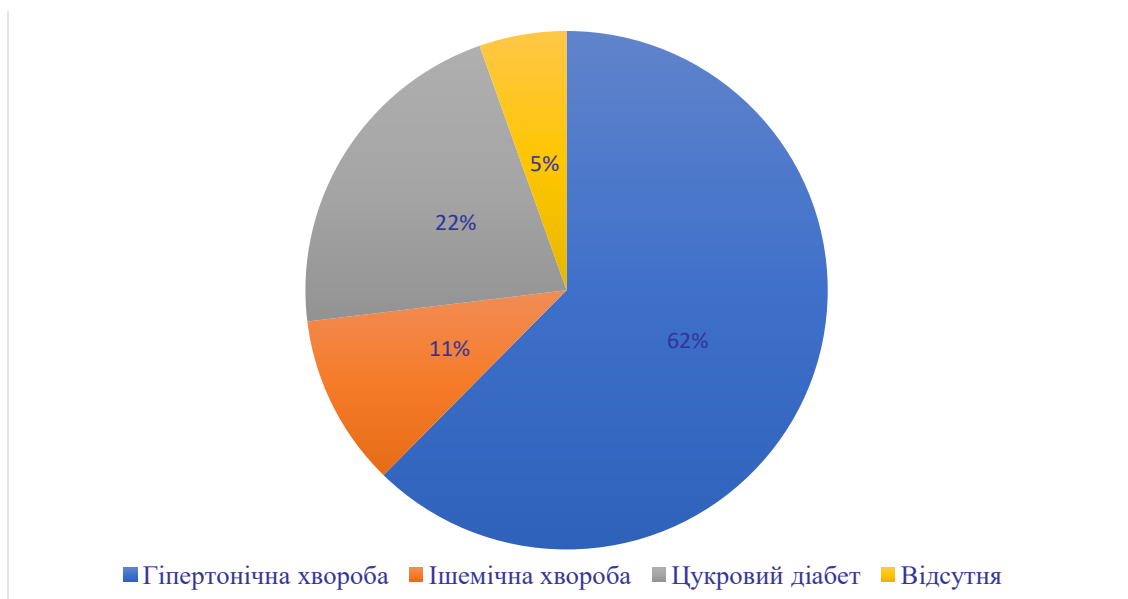


Рис. 1. Структура хворих на COVID-19 за їхньою супутньою патологією

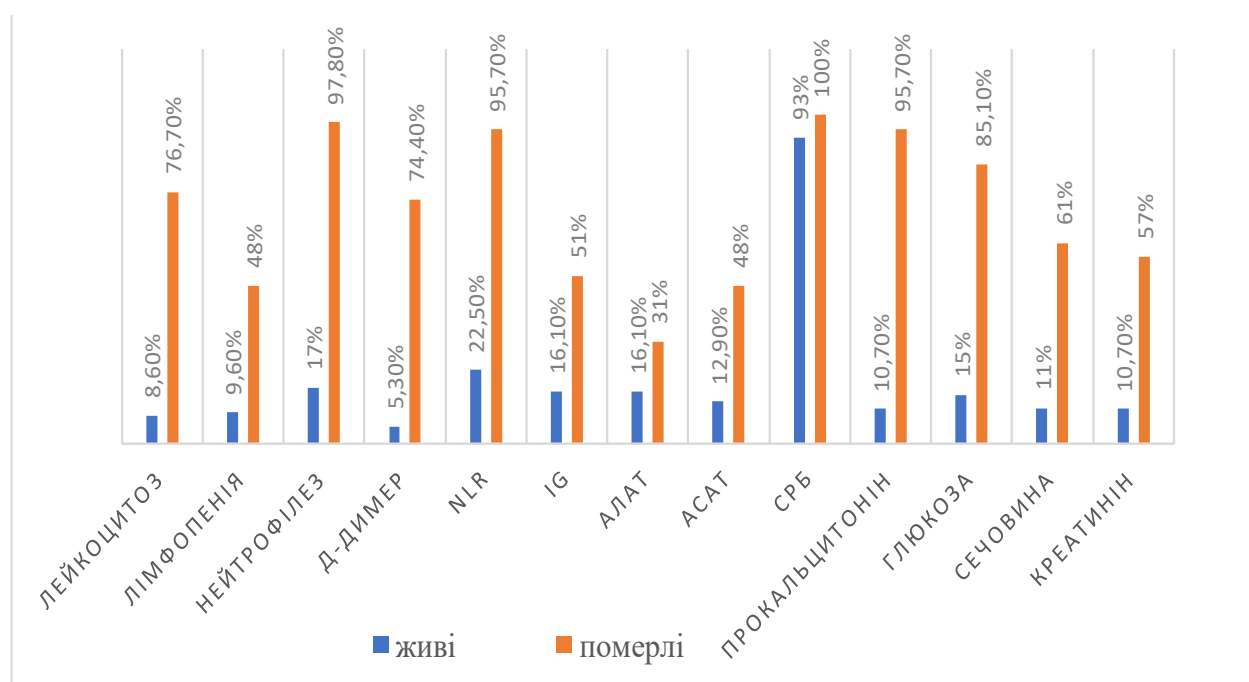


Рис. 2. Лабораторні показники хворих на COVID-19 (у групах: живі та померлі)

Результати гематологічних та біохімічних досліджень у групі померлих превалюють в 5–7 разів над показниками групи живих, окрім СРБ, який має тенденцію до збільшення в 90–100 % випадках у двох групах та є статистично не достовірним.

Алгоритм діагностики щодо захворювання на COVID-19, чи підозру до нього, включає комплекс клінічного обстеження, а також загальної та специфічної лабораторної діагностики. Важливі лабораторні показники, які змінюються в пацієнтів із COVID-19, подані в табл. 4.

Таблиця 4

Лабораторні показники, які змінюються у пацієнтів із COVID-19

І. Гематологічні параметри	
1	2
Лейкоцити (кількість)	Підвищення
Нейтрофіли (кількість)	Підвищення

Закінчення таблиці 4

1	2
Лімфоцити (кількість)	Зниження
Еозинофіли (кількість)	Зниження
Тромбоцити (кількість)	Зниження
II. Біохімічні параметри	
Альбумін	Зниження
Аланінамінотрансфераза	Підвищення
Аспартатамінотрансфераза	Підвищення
Загальний білірубін	Підвищення
Сечовина	Підвищення
Креатинін	Підвищення
Креатинкіназа	Підвищення
Лактатдегідрогеназа	Підвищення
Міоглобін	Підвищення
Серцевий тропонін	Підвищення
Гамаглутамілдегідрогеназа	Підвищення
III. Параметри гемостазу	
Д-димер	Підвищення
Протромбіновий час	Підвищення
IV. Маркери запалення	
С-реактивний протеїн	Підвищення
Ферритин	Підвищення
Прокальцитонін	Підвищення
Інтерлекін 2	Підвищення
Інтерлекін 6	Підвищення
Інтерлекін 8	Підвищення
Інтерлекін 10	Підвищення

ВИСНОВКИ

У процесі дослідження встановлено структурну характеристику (вікову, статеву, діагностичну) хворих на COVID-19, пролікованих на базі КП «Волинська обласна інфекційна лікарня» за 2020–2021 роки, особливості гематологічних та біохімічних показників у хворих на COVID-19 різних вікових груп залежно від супутньої патології.

Отже, більшість хворих – це люди літнього віку з різними супутніми патологіями, а саме: гіпертонічна хвороба (62,3 %), цукровий діабет (21,5 %), ішемічна хвороба серця (10,7 %); не виявлено патології у 5,4 % хворих.

Отримані результати дозволять підвищити ефективність діагностики та розробити критерії прогнозування щодо протікання захворювання, що дасть змогу забезпечити адекватну терапію, та збереження в подальшому здоров'я і життя хворих.

Виявлено також кореляційну залежність між гематологічними, біохімічними, імунологічними та молекулярно-біологічними дослідженнями у хворих на COVID-19 різної статі та різних вікових категорій. У гематологічних показниках група хворих з важким перебігом має високу лімфопенію та тромбоцитопенію. Результати гематологічних та біохімічних досліджень у групі померлих преважують в 5–7 разів над показниками групи живих, окрім СРБ, який має тенденцію до збільшення в 90–100 % випадках у двох групах та є статистично не достовірним. У групі померлих ПЛР-тест на COVID-19 був позитивний упродовж 2-3 тижнів.

Результати дослідження дозволять виробити принципи ранньої діагностики захворюваності, передбачити клінічний перебіг та створити персо-

ніфікований підхід до лікування хворих із COVID-19. Отримані результати можуть бути використані в медицині (інфектології та терапії), біології (молекулярна біологія, імунологія, вірусологія) для лабораторної діагностики COVID-19.

Враховуючи невизначеність розвитку подій навколо коронавірусу, з великою ймовірністю, що SARS-CoV-2 може стати супутником нашого життя на довгі роки, і людству потрібно пристосуватися до відповідних змін у повсякденному житті. У будь-якому випадку нова, смертельна для людства пандемія потребує величезної мобілізації ресурсів і доводить першорядне значення для сучасного світу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Guan, WJ; Ni, ZY; Hu, Y; Liang, WH; Ou, CQ; He, JX; et al. Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *The New England journal of medicine*, 2020. URL: <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>.
2. Задорожна, В. І.; Винник, Н. П. Коронавірус 2019-nCoV: нові виклики охороні здоров'я та людству. *Інфекційні хвороби*. 2020, 1(99), с 5–15.
3. Никифоров, В. В. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19): клинико-эпидемиологические аспекты. *Архив внутренней медицины*. 2020, 10(2), с 87–93.
4. Huang, C; Wang, Y; Li, X; Ren, L; Zhao, J; Hu, Y; et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020.
5. Chan, JF-W; Yuan, S; Kok, K-H; To, KK-W; Chu, H; Yang, J; et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet*. 2020.
6. Backer, J. A.; Klinkenberg, D.; Wallinga, J. Incubation period of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infections among travellers from Wuhan, China, 20-28 January. *Euro Surveill*, 2020, 25(5). URL: <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.5.2000062>.



Функціональні зміни показників реоенцефалографії вертебро-базиллярних відведень у дівчат-підлітків із діагностованою артеріальною гіпертензією

Тетяна Шевчук, Людмила Апончук, Юлія Корнійчук,
Наталія Мазурець, Наталія Руднік

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

Адреса для листування: tetyana_shevchuk_2013@ukr.net

Отримано: 06.09.21; прийнято до друку: 24.11.21; опубліковано: 30.12.21

Резюме. Метою нашого дослідження було визначити особливості мозкового кровообігу на фоні підвищеного артеріального тиску у дівчат-підлітків віком 15–16 років. Для досягнення поставленої мети ми дослідили стан мозкової гемодинаміки у дівчат-підлітків із підвищеним артеріальним тиском та зробили порівняльний аналіз цих показників. Застосували метод варіаційної статистики та методику реоенцефалографії (РЕГ) – метод діагностичного дослідження, що дозволяє проаналізувати найважливіші критерії стану судин головного мозку і руху крові по них, і базується на вимірюванні змін кровонаповнення судин головного мозку вертебро-базиллярного басейну. Під час дослідження мозкового кровообігу оцінювали наступні показники реоенцефалографії: період пульсового кровонаповнення, час максимального наповнення, час запізнення реохвилі, амплітуда швидкого наповнення, дикротичний індекс, реографічний індекс, середня швидкість наповнення.

В результаті експерименту було встановлено, що досліджувані показники у дівчат із підвищеним артеріальним тиском (гіпертензією) характеризуються статистично нижчими значеннями періоду пульсового кровонаповнення (Т), часу максимального наповнення (ах), дикротичного індексу (АІ) та достовірно вищою середньою швидкістю наповнення (Vcp) при $p < 0,05$. Така зміна показників вказує на зниження об'ємного кровообігу мозкової гемодинаміки, ударного об'єму крові та підвищення тонуусу артерій.

Поява підвищеного артеріального тиску у підлітковому віці пов'язана з ризиком збереження його у наступні роки й несприятливим прогнозом до виникнення серцево-судинних захворювань. Тому рання діагностика артеріальної гіпертензії у підлітковому та юнацькому періодах досить актуальна з метою проведення ефективної та своєчасної профілактики й лікування, що дозволить запобігти серйозному прогнозу у зрілі роки. Порушення мозкового кровообігу є важливим компонентом гіпертензійної патології, оскільки багато захворювань мозку супроводжуються саме дисфункцією кровообігу у мозку.

Отримані результати та їх науково-обґрунтований аналіз відіграють важливу роль у клінічній практиці для поглибленого вивчення патогенезу артеріальної гіпертензії, розробки необхідних методів її профілактики і лікування.

Ключові слова: дівчата-підлітки, артеріальна гіпертензія, мозкова гемодинаміка, реоенцефалографія.

Functional changes in rheoencephalography of vertebro-basilar leads in adolescent girls diagnosed with hypertension

Tetyana Shevchuk, Lyudmyla Aponchuk, Yuliia Korniichuk,
Natalia Mazurets, Natalia Rudnik

Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: tetyana_shevchuk_2013@ukr.net

Abstract. The aim of our study was to determine the features of cerebral circulation on the background of high blood pressure in adolescent girl saged 15–16 years. To achieve this goal, westudied the state of cerebral hemodynamics in adolescent girls with high blood pressure and made a comparative analysis of the seindicators. The method of variation statistics and the method of rheoencephalography (REG) were used – a method of diagnostic research that allows to analyze the most important criteria for the condition of cerebral vesselsand blood-flow through them, and is based on measuring changes in cerebralvessels of the vertebro-basilar basin. The following in dicators of rheoen-cephalography were evaluated in the study of cerebral circulation: period of pulse blood filling, time of maximum filling, time of delay, amplitude of fast filling, dichroic index, rheographic index, average filling speed.

As a result of the experiment, it was found that the studied indicators in girls with high blood pressure (hypertension) are characterized by statistically lower values of pulse blood filling period (T), maximum filling time (s), dichroic index (A1) and significantly higher average filling rate (Vcp) at $p < 0.05$. This change indicates a decrease in cerebral hemodynamic volume, stroke volume of blood and increased arterial tone.

The appearance of high blood pressure in adolescence is associated with the risk of its persistence in subsequent years and an unfavorable prognosis for cardiovascular disease. Therefore, early diagnosis of hypertension in adolescence and adolescence is quite relevant in order to conduct effective and timely prevention and treatment, which will prevent a serious prognosis in adulthood. Cerebrovascular disorders are an important component of hypertension, as many brain diseases are accompanied by circulatory dysfunction in the brain.

The obtained results and their scientifically substantiated analysis play an important role in clinical practice for a more in-depth study of the pathogenesis of arterial hypertension, development of the necessary methods of its prevention and treatment.

Key words: adolescent girls, arterial hypertension, cerebral hemodynamics, rheoencephalography.

ВСТУП

До недавнього часу вважалося, що артеріальна гіпертензія (АГ) – це проблема дорослого населення, в той час як у дітей та підлітків АГ трапляється нечасто і проявляється в основному як вторинна (симптоматична) гіпертензія, але завдяки впровадженню в педіатричну практику методів вимірювання та нормативних даних артеріального тиску (АТ) з'ясувалось, що кількість дітей з рівнем АТ, який перевищує вікову норму, значно більше. Тому сьогодні ми спостерігаємо тенденцію до «омолодження» та хронізації перебігу АГ, що привертає ще більшу увагу медиків та науковців до цієї проблеми. Згідно з літературними даними [1, 3, 4, 6, 9], спостерігається тенденція до збільшення поширеності гіпертензивних реакцій, особливо серед осіб молодого віку.

За результатами обстеження школярів коледжів, поширеність всіх видів артеріальної гіпертензії, включаючи початкову артеріальну гіпертензію (ПАГ), складає 12,3–30 % [2, 8]. Тому можна констатувати, що рання діагностика артеріальної гіпертензії є важливою науковою і практичною проблемою.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проведено в лабораторії медико-біологічного моніторингу та громадського здоров'я на кафедрі фізіології людини і тварин факультету біології та лісового господарства Волинського національного університету імені Лесі Українки. Визначення інтенсивності мозкової гемодинаміки проводили за допомогою методу *реоенцефалографії*, яка базується на вимірюванні змін кровонаповнення судин головного мозку вертебробазиллярного басейну. У дослідженні взяли участь дівчата-підлітки віком 15-16 років, яких було поділено на дві групи. І група (основна група) – 10 дівчат з артеріальною гіпертензією (за даними амбула-

торних карток дівчата мали підвищений артеріальний тиск протягом року; початкова стадія гіпертензії). ІІ група (контрольна група) – 10 дівчат, які є учнями Луцької спеціалізованої загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 1 (за даними амбулаторних карток – здорові).

Для написання роботи було використано такі показники реоенцефалографії, як період пульсового кровонаповнення (Т, с); час максимального наповнення (ах, с); час запізнення реохвилі (Ra, с); амплітуда швидкого наповнення (Аб, Ом); дикротичний індекс (А1, %); реографічний індекс (Ах, Ом); середня швидкість наповнення (V_{cp} , Ом/с).

Статистичну обробку даних здійснювали, застосовуючи статистичний пакет MedStat [5]. Залежно від розподілу даних, що піддаються нормальному чи відмінному від нормального розподілу значень, використовували описову статистику, критерій Стюдента.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз дослідження засвідчив відмінності між значеннями показників мозкової гемодинаміки в обох групах досліджуваних. Для проведення порівняльного аналізу зіставлені значення показників двох груп досліджуваних. Як свідчать результати дослідження, період пульсового коливання (Т), який характеризує стан судин малого та дрібного калібру і час притоку крові до мозку у групі дівчат із підвищеним тиском, достовірно нижчий, ніж у контрольній групі досліджуваних. Як видно з таблиці 1, показник Т виявляє тенденцію до збільшення в контрольній групі досліджуваних (ІІ група) при $p < 0,05$, але не несе в собі патологічних змін. Залежно від величини об'ємного пульсового кровонаповнення, цей показник може бути в межах норми, зниженим або підвищеним.

Таблиця 1

Параметри реоенцефалограми вертебробазиллярних відведень у дівчат віком 15–16 років ($n=20$)

Показник	Півкуля	Дівчата І групи (основної групи)	Дівчата контрольної групи	P
1	2	3	4	5
Т, с	права	0,71*±0,04	0,92*±0,13	$P < 0,05$
	ліва	0,69*±0,038	0,91*±0,13	$P < 0,05$
ах, с	права	0,108*±0,017	0,212*±0,14	$P < 0,05$
	ліва	0,102*±0,01	0,226*±0,14	$P < 0,05$
Ra, с	права	0,158±0,011	0,164±0,14	$P > 0,05$
	ліва	0,156±0,014	0,16±0,14	$P > 0,05$
Аб, Ом	права	0,056±0,027	0,049±0,01	$P > 0,05$
	ліва	0,063±0,007	0,053±0,008	$P > 0,05$
А1, %	ліва	89,06*±3,8	94,84*±4,1	$P < 0,05$
	права	85,82*±3,2	134,5*±54	$P < 0,05$

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5
Ах, Ом	ліва	0,089±0,019	0,091±0,45	P > 0,05
	права	0,12±0,019	0,096±0,0098	P > 0,05
V _{ср} , Ом/с	права	5,4*±0,46	3,7*±0,38	P < 0,05
	ліва	5,9±0,67	16±13	P > 0,05

Примітка. * – дані є достовірно відмінні (p < 0,05).

Зниження відповідного показника свідчить про значне зниження об'ємного пульсового кровонаповнення, підвищення тону артерій розподілу, тобто спостерігається явище гіпертонусу (рис. 1).

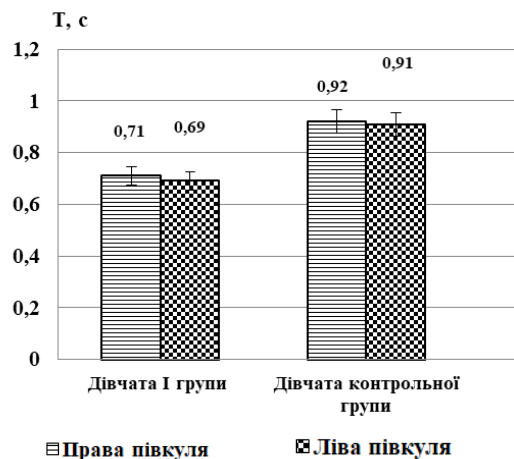


Рис. 1. Період пульсового кровонаповнення (Т) у дівчат I і II груп

У досліджуваних дівчат I (основної) групи з підвищеним тиском час максимального наповнення (ах), який характеризує тонічний стан судин на відрізу від серця до досліджуваної ділянки [4], має достовірно нижчі значення в обох півкулях головного мозку, ніж у контрольної групи (p < 0,05). У дівчат з I групи спостерігається зниження показника ах в межах фізіологічної норми 0,111–0,127 с (рис. 2). Зниження норми вказує на різницю в тонусі та еластичності артерій і великих судин, а також їх пружність.

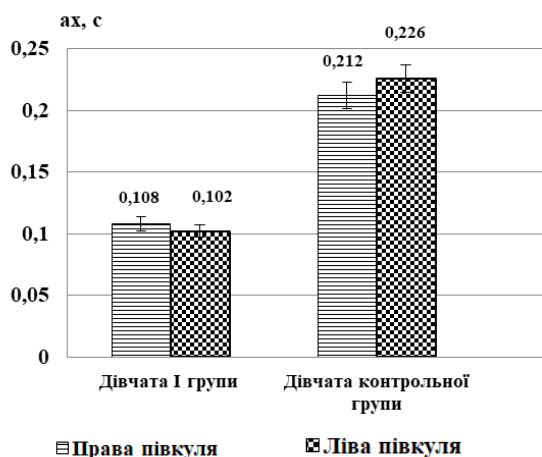


Рис. 2. Час максимального наповнення (ах) у дівчат I і II груп

Реографічним показником, який відображає стан тону артерій та стан прекапілярних та пост-

капілярних дрібних судин, є дикротичний індекс (А1), який у середньому становить 50 %. Він частково залежить від периферійного судинного опору. Підвищення дикротичного індексу (А1) більше 70 % від норми характеризує підвищення периферичного судинного опору або гіперрезистивність судин мікроциркуляторного русла, що ми можемо спостерігати в досліджуваних дівчат при p < 0,05 (рис. 3).

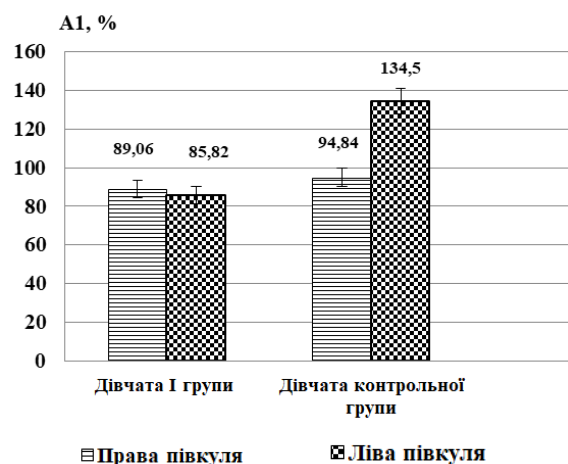


Рис. 3. Дикротичний індекс (А1) у дівчат I і II груп

У процесі дослідження відзначалась тенденція до збільшення середньої швидкості наповнення (V_{ср}), яка характеризує наповнення середніх і дрібних артерій, що виявляють у дівчат із гіпертензією. У першій групі V_{ср} є достовірним і на 1 Ом/с є вищим, ніж у дівчат контрольної групи при p < 0,05 (рис. 4). Це свідчить про недостатнє наповнення дрібних, середніх і великих артерій та підвищення тону судин мозку.

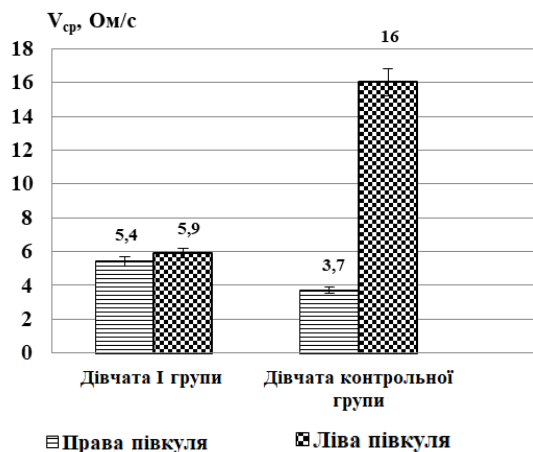


Рис. 4. Середня швидкість наповнення (V_{ср}) у дівчат I і II груп

Час запізнення (поширення) реохвилі (Ra) характеризує тонічний стан судин на відрізку від серця до досліджуваної ділянки. З підвищенням судинного тону Ra зменшується, а зі зниженням – дещо збільшується. Показник час запізнення реохвилі (Ra) перевищує норму (0,110–0,120 с) у дівчат в обох півкулях як контрольної групи, так і дослідної (І групи) і є статистично недостовірним (див. додаток Д). Зменшення цього інтервалу може бути ознакою або підвищення тону, або склерозу магістральних судин.

Амплітуда швидкого наповнення (Аб) у всіх досліджуваних є зниженою, але достовірної різниці не зафіксовано при $p > 0,05$ (див. таблиця 1.). Виявлено зниження показника Аб на 50 % у всіх досліджуваних від норми (0,126–0,142 Ом). Зниження показника Аб свідчить про порушення кровонаповнення судин головного мозку, що є причиною гіпоксії (кисневого голодування) клітин головного мозку в результаті зменшення кількості кисню, що вдихається, і збільшення насичення крові вуглекислим газом. Амплітуда швидкого наповнення пропорційна до об'єму притоку артеріальної крові в мозок і відтоку венозної крові в момент максимального розтягнення судин. Деякі вчені зазначають [4, 7, 10], що амплітуда реоенцефалограми залежить від частоти серцевих скорочень, ударного об'єму крові, артеріального тиску і тону судинних стінок.

У двох групах не виявлено достовірних відмінностей ($p > 0,05$) між значеннями реографічного індексу (Ах) – важливого показника, який дає змогу визначати відносне значення пульсового кровонаповнення інтракраніальних судин (див. табл. 1). Ах є зниженим у двох групах досліджуваних дівчат (права та ліва півкулі) порівняно з нормою (0,126–0,142 Ом), але в основній групі спостерігається більш чітке зниження показника Ах при $p > 0,05$. Ми чітко прослідковуємо, що реографічний індекс менший зліва. Можемо припустити, що це вказує на зниження кровопостачання мозку та зменшення притоку крові в даній ділянці тіла.

За даними реоенцефалографічних досліджень у 90 % дівчат І групи об'ємний кровотік був зниженим, що зумовлено, ймовірно за все, наявністю змін у тонусі артерій вертебро-базиллярного басейну.

ВИСНОВКИ

Отже, результати реоенцефалографічних досліджень виявили, що дівчата з підвищеним артеріальним тиском (гіпертензією) характеризуються статистично нижчими значеннями показників періоду пульсового кровонаповнення (Т), часу максимального наповнення (ах), дикротичного індексу (А1) та достовірно вищою середньою швидкістю наповнення (V_{cp}) при $p < 0,05$. Така зміна показників вказує на зниження об'ємного кровообігу мозкової гемодинаміки, ударного об'єму крові та підвищення тону артерій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко, Д. О.; Коврига, О. В.; Порохня, Н. Г. Клініко-параклінічна характеристика дітей з первинною артеріальною гіпертензією. *Новини і перспективи медичної науки*. 2021, с 77–78.
2. Горленко, О. М.; Сочка, Н. В. Визначення імунологічного статусу дітей з ендотеліальною дисфункцією при первинній артеріальній гіпертензії. *Проблеми клінічної педіатрії*. 2020, 1–2, с 47–48.
3. Дебрецені, О. В. Оцінка ефективності вітаміно-мінералокоорекції та порівняльна характеристика виявлених порушень у дітей із різних біогеохімічних регіонів із первинною артеріальною гіпертензією. *Проблеми клінічної педіатрії*. 2020, 1–2, с 49–50.
4. Коренев, Н. М.; Богмат, Л. Ф.; Носова, Е. М. & др. Артеріальна гіпертензія подросткового віксту: распространенность, механизмы формирования, подходы к лечению. *Укр. кардіол. журн*. 2010, с 57–64.
5. Лях, Ю. Е. Основы компьютерной биостатистики: анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat. Донецк, 2006; 211 с.
6. Матюха, Л. Ф.; Орловська, Н. В. & Бухановська, Т. М. Профілактика розвитку артеріальної гіпертензії у підлітків з наявними факторами ризику в умовах сільської амбулаторії. *Семейная медицина*. 2016, 4(66).
7. Нянковский, С. Л. Стан здоров'я школярів в Україні. *Здоровье ребенка*. 2012, 5(40), с 109–114.
8. Слабкий, І. О. Характеристика здоров'я дитячого населення України. *Современная педиатрия*. 2009, 6(28), с 35–40.
9. Товма, А. В. Удосконалення діагностики та прогнозування розвитку ремоделювання лівого шлуночка у підлітків з первинною артеріальною гіпертензією. *Doctoral dissertation*. Запоріжжя, 2020.
10. Шейко, С. О.; Юркова, С. В. Поширеність артеріальної гіпертензії у дітей підліткового віку промислового регіону Криворіжжя. Матеріали XX Національного конгресу кардіологів України (Київ, 25–27 вересня 2019 р.). *Український кардіологічний журнал=Ukrainian Journal of Cardiology* 26. Дод. 1. 2019, с 181–182.



A review of several myopathy related to mitochondrial dysfunction

Wang Nan^{1,2}, Oleksandr Motuziuk¹, Dmytro Davydenko¹

¹ Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

² Jiangsu Medical Vocational College, Jiangsu, China

Correspondence: cmoplutsk@gmail.com

Отримано: 10.11.21; прийнято до друку: 24.12.21; опубліковано: 30.12.21

Abstract. The balance of protein production and consumption in muscles depends to a large extent on normal mitochondrial function. Mitochondrial dysfunction is inseparable from the occurrence of myopathy. This study explores the relationships between statin-induced myopathy, steroid myopathy, and skeletal muscle illness caused by alcohol addiction, as well as the relationship between these conditions and mitochondrial abnormalities.

Web of Science (WOS) central archive was analyzed for alcoholic myopathy research papers from 1999 to 2021, CiteSpace and WOS databases were used for evaluation the number of written articles, distribution of publications by region, research organizations, co-cited literature analysis, and keyword identification.

A total of 1,255 publications were collected after screening, with the number of published articles continually increasing. The annual average number of publications is 54.56. Six countries publish the majority of the literature. The United States has published 383 papers in total, which places it first among all countries. It also has the most centrality, meaning that other countries value its scientific achievements more. There are 34 core authors and 238 papers published. Through cluster analysis, there are 9 categories that are significant clusters. Key words of co-occurrence research show that keywords such as nanoparticles, apoptosis, mitochondrial disorders, and inflammation are very common.

Key word: Citespace; alcoholic myopathy; statins and steroid; mitochondrial dysfunction;

Аналіз міопатій, пов'язаних з мітохондріальною дисфункцією

Ван Нань^{1,2}, Олександр Мотузіук¹, Дмитро Давиденко¹

¹ Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

² Медичний професійний коледж Цзян Су, Цзянсу, Китай

Адреса для листування: cmoplutsk@gmail.com

Анотація. Баланс синтезу і споживання білка в м'язах значною мірою залежить від нормальної функції мітохондрій. Мітохондріальна дисфункція невіддільна від виникнення міопатії. У цьому дослідженні аналізуються взаємозв'язки між міопатією, яка індукована статинами, стероїдною міопатією та захворюванням скелетних м'язів, спричиненим алкогольною залежністю, а також взаємозв'язок між цими станами та мітохондріальними аномаліями.

Центральний архів Web of Science (WOS) був проаналізований на предмет досліджень алкогольної міопатії з 1999 по 2021 рік, бази даних CiteSpace і WOS використовувалися для оцінки кількості написаних статей, розподілу публікацій за регіонами, дослідницьких організацій, аналізу спільно цитованої літератури та ідентифікація ключового слова.

Загалом, після аналізу було виділено 1255 публікацій, при цьому кількість опублікованих статей постійно збільшується. Середньорічна кількість публікацій – 54,56. Більшість літератури публікують шість країн. Загалом Сполучені Штати опублікували 383 статтей, що займає перше місце серед усіх країн. Вони також займають центральну позицію у цій сфері досліджень, тобто інші країни більше використовують їх наукові досягнення. Виділено 34 основних автори та 238 статей. За допомогою кластерного аналізу виділено 9 категорій, які є значущими кластерами. Ключові слова дослідження спільної появи показують, що такі ключові слова, як наночастинки, апоптоз, мітохондріальні порушення та запалення, є дуже поширеними.

Ключові слова: Citespace; алкогольна міопатія; статини і стероїди; мітохондріальна дисфункція.

INTRODUCTION

Myopathy is usually a non-fatal muscle disease, the main clinical manifestations are skeletal muscle weakness, tenderness and pain. There are many reasons

for myopathy, such as myopathy caused by statins, steroid myopathy, skeletal muscle disease caused by alcoholism, etc.¹⁻⁶. Because alcoholism is also a risk factor for the other two myopathies, the pathophysiological mechanisms of these three myopathies must be

investigated. In recent years, when people study the side effects of alcoholism, statins and steroid drugs on muscles, they will focus on the mechanisms of mTOR, IGF-1, Ca^{2+} , and mitochondrial biogenesis (HMG-CoA) reductase inhibitors (ie statins) have muscle toxicity. Although relatively rare (0,1%), they can cause serious muscle toxicity and complications. Muscle biopsy tends to mitochondrial dysfunction⁷. Alcoholic myopathy appears to be a common complication of alcoholism in approximately 50 % of patients. In steroid myopathy, a significant reduction in glycogen phosphorylase activity has been observed, and this effect is more prominent in type II fibers⁸. When studying the above three myopathy, people either study the signal pathways related to protein synthesis and decomposition, or study whether there is excessive ROS (reactive oxygen species) formation. No matter which direction it is, it is vaguely pointing to the mitochondria. Mitochondrial homeostasis is maintained by mitochondrial biogenesis, mitochondrial fusion, fission and mitochondrial autophagy⁹. So are these myopathy all related to mitochondrial dysfunction, and can they all be treated with antioxidant therapies? This review, which employs CiteSpace as a methodology, focuses mostly on this topic.

This article analyzes articles related to myopathy treatment research in the Web of Science (WOS) core database in the United States from 1999 to 2021, and analyzes the overall development trend of the article, research institutions, authors, citations, keywords and emergent words. The purpose is to provide valuable information for the treatment of myopathy in the future.

1.1 Data Sources

The data comes from the US WOS database. This article uses the retrieval method of Chaomei Chene et al^{10,11}. Keyword search 1: Subject: (myopath*) OR Subject: ("skeletal muscle diseases") OR Subject: ("muscle diseases"); Keyword 2: Subject: (glutathione) OR Subject: (glutathion) OR Subject: (glutathione hormone) OR subject: (l-glutathione) OR subject: (glutathione) OR subject: (glutarates) OR subject: (acid glutathione) OR subject: (glutathione-s-transferase) AND document type: (Article OR Review); Search Keyword 3: Subject: (fullerene C60) OR Subject: (fullerene C70) OR Subject: (nanoparticles) OR Subject: (buckminster fullerene) OR Subject: (polyphenols); Search Keyword 4: Subject: (antirachitic factor) OR Subject: (vitamin d) AND Document Type: (Article OR Review); Keyword 5: Subject: (thiamine) OR Subject: (vitamin b1) AND Document Type: (Article OR Review); Keyword 6: Subject : (fertility vitamin) OR subject: (vitamin e) AND subject: (therapy) AND document type: (Article OR Review); search key 7: subject: (IGF-1) AND document type: (Article OR Review); Search Keyword 8: Subject: (alcohol*) OR Subject: (ethanol) AND Document Type: (Article OR Review); Search Keyword 9: Subject: (antioxidant NEAR/5 therapy) AND Document Type: (Article OR Review); Time span: 1985-2020, retrieval time is February 28, 2021. Search Keyword 10: Subject: ("ne-

maline myopathy") AND (therapy) AND Document Type: (Article OR Review); Search Keyword 11: Subject: ("Duchenne's muscular dystrophy") AND (therapy) AND Document Type: (Article OR Review); time span: 1985-2021, retrieval time is February 28, 2021. Search strategy: Combine keyword 1 with 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, and 9 in an "AND" manner.

When Keyword 9 is combined with Keyword 1, there are only nine documents, so we use the citation report function of was again¹¹ to get 189 documents. In the end, this research obtained a total of 1807 documents.

1.2 Analysis methods, data inclusion, and exclusion criteria

CiteSpace was founded in 2004 by Dr. Chaomei Chen. This program can analyze data from the literature. The content that can be analyzed includes author, organization collaboration, keyword co-occurrence analysis, and emergency monitoring, which can help researchers in a specific field understand the evolution pattern of research topics, emerging hot spots and their period, important authors and institutions, and so on. As visual bibliometric applications, this software has been widely used in a number of scientific research fields. As a consequence, we selected this program for bibliometric analysis.

Literature inclusion criteria: ①All literature related to myopathy; ②The types of literature can be clinical case analysis, experimental research, theoretical discussion; ③The types of literature resources are mainly journal articles, meta-analysis reviews and reviews. Exclusion criteria: ①Repeated publications; ②Documents whose full text is not available; ③Documents mainly discussing Alzheimer's disease; ④Documents whose main research object is liver disease.

1.3 Literature compilation and data analysis

Export the documents that meet the inclusion criteria in plain text format, and use R software to count the publication time of the documents; import the data into CiteSpace5.7.R2 software, and after deduplication processing, import the converted data into the software again. Set 1999-2021 as the analysis time (because the system defaults to mark the data of the unpublished year as 1999), select the author, institution, citation, and keywords as the node type, and draw the corresponding visual knowledge graphs respectively for the myopathy author, cooperation with institutions, citing article analysis, and keyword co-occurrence, clustering and emergence analysis. Each visualized knowledge map employs a 1-year partition process, as does the keyword knowledge map. The top 50 things are chosen, rated from high to low frequency, i.e., Top N per slice is 50, and the cutting method is Pathfinder, Pruningsliced networks, and Pruning the combined network.

RESULT

2.1 Analysis of publication year

From 1999 to 2021, 1807 articles related to myopathy were published. Because our search time was

February 28, 2021, only 6 articles were retrieved in 2021. From 1999 to 2021, the number of publications in this area increased in a phased manner. Prior to 2009, the rate of publication growth was sluggish. Since 2010, the number of publications in this sector has almost steadily increased year after year. The amount of articles published before 2009 accounted for 25.70 % of the total amount of articles published, and the amount of articles published in the past 5 years accounted for 43.66 % of the total. It can be seen that

the research on myopathy is getting more and more attention. Overall, the average number of posts is 56.77. Use R "forecast" package for data processing. Use Holt's exponential smoothing to fit the time series with horizontal terms and trend terms (slope), and take the log value of the number of posts. The formula is $Y_t = \text{level} + \text{slope} * t + \text{irregular}$. We get Figure 1 and Table 1. There will be about 202 articles published in 2021, with a 95 % confidence interval of [154.9020, 264.3448].

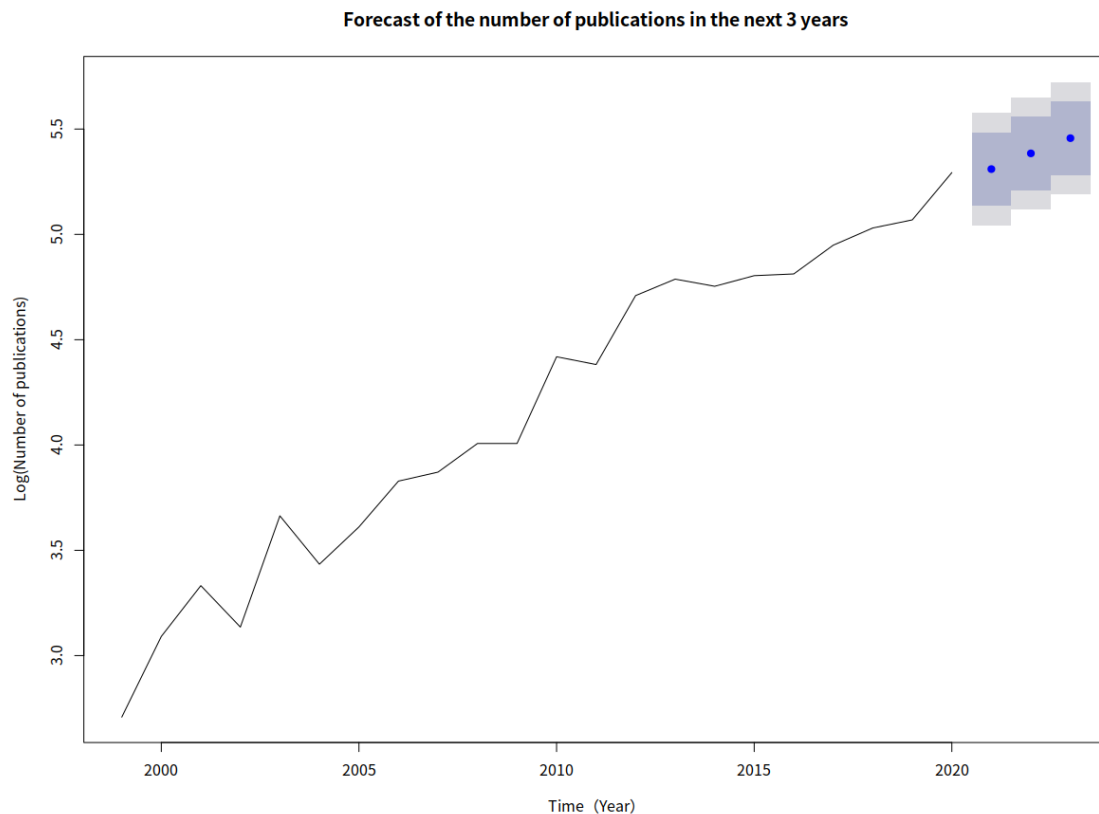


Figure 1. Forecast of the number of publication in the next 3 years

The X axis is the time of publication of the literature, and the Y axis is the Log value of the number of publications; this figure predicts the number of publica-

tions related to myopathy in the next 3 years starting from 2021. The specific values are shown in Table 1.

Table 1

Various data of the predicted value of the number of documents in the next 3 years

	Mean	Low 80 %	Low 95 %	High 80 %	High 95 %
2021	202.3550	169.9137	154.9020	240.9902	264.3448
2022	218.0333	183.0785	166.9037	259.6620	284.8261
2023	234.3472	196.7770	179.3919	279.0907	306.1377

Mean: mean; **Low 80 %:** lower limit of 80 % confidence interval; **High 80 %:** upper limit of 80 % confidence interval; **Low 90 %:** lower limit of 90 % confidence interval; **High 90 %:** upper limit of 90 % confidence interval.

2.2 Regional distribution of high-volume publications from 1999 to 2021

According to the countries and regions where 1807 papers were written, the United States published the most (383), followed by the United Kingdom (123), Italy (109), China (105), France (98), and Germany (91). See Table 2 and Figure 2 for more details. There is a purple band in the outermost circle of the nodes in

the United States, the United Kingdom, Germany, France, Spain, and Canada, showing that these countries' research is central, and their research findings are more noticed by other countries. The United States produces a large number of papers. The color of the nodes shows that myopathy study in the United States has strong consistency, and the centrality is also the strongest (0.57).

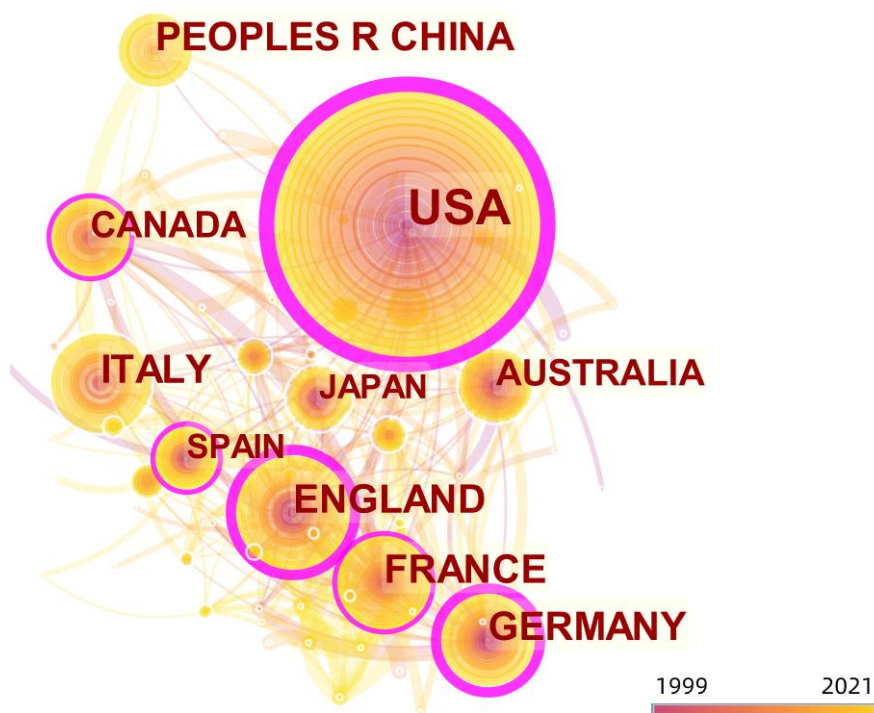


Figure 2. Distribution of relevant literature publication countries from 1999 to 2021

Table 2

High publication volume of literature on myopathy from 1999 to 2021 Regional distribution (the top 6 regions in terms of post volume)

Rank	country / region	Amount of papers/articles	centrality
1	USA	383	0.57
2	ENGLAND	123	0.30
3	ITALY	109	0.09
4	CHINA	105	0.01
5	FRANCE	98	0.12
6	GERMANY	91	0.21

2.3 Distribution of research institutions

Set the network node to "Institution" to generate a network map of research institutions. The top 10 research institutions with publication volume are located in the United States, France, the United Kingdom, Australia and other countries. Kings College London published 31 journals, accounting for 20.9 % of articles published by the top ten institutions. In recent years, the institution has focused on experimental therapies for myopathy¹². The next most productive institutions are INSERM, accounting for 13.50 %, and Harvard Univ, accounting for 10.13 %. See Table 3. In

particular, in the field of myopathy, Kings College London and Harvard University collaborated in 2006¹³. This research expands on the anti-oxidative damage mechanism of alcohol-induced skeletal myopathy and provides a theoretical foundation for myopathy antioxidant treatment. In terms of centrality, the centrality value of Kings Coll London is 0.11, which is twice that of the second place, which fully demonstrates the institution's recognition in myopathy research. Overall, there is a limited network of cooperation among the top 10 institutions.

Table 3

High publication volume of literature on alcoholic myopathy from 1999 to 2021 Institution distribution (the top 10 institutions in terms of post volume)

Rank	institution	Amount of papers/articles	centrality
1	2	3	4
1	Kings Coll London	31	0.11
2	INSERM	20	0.05
3	Harvard Univ	15	0.06
4	McMaster Univ	14	0.04
5	CNRS	14	0.02
6	Kobe Univ	11	0.01
7	Penn State Univ	11	0.01

The end of the table 3

1	2	3	4
8	Univ Barcelona	11	0.00
9	Emory Univ	11	0.00
10	Univ Western Australia	10	0.08

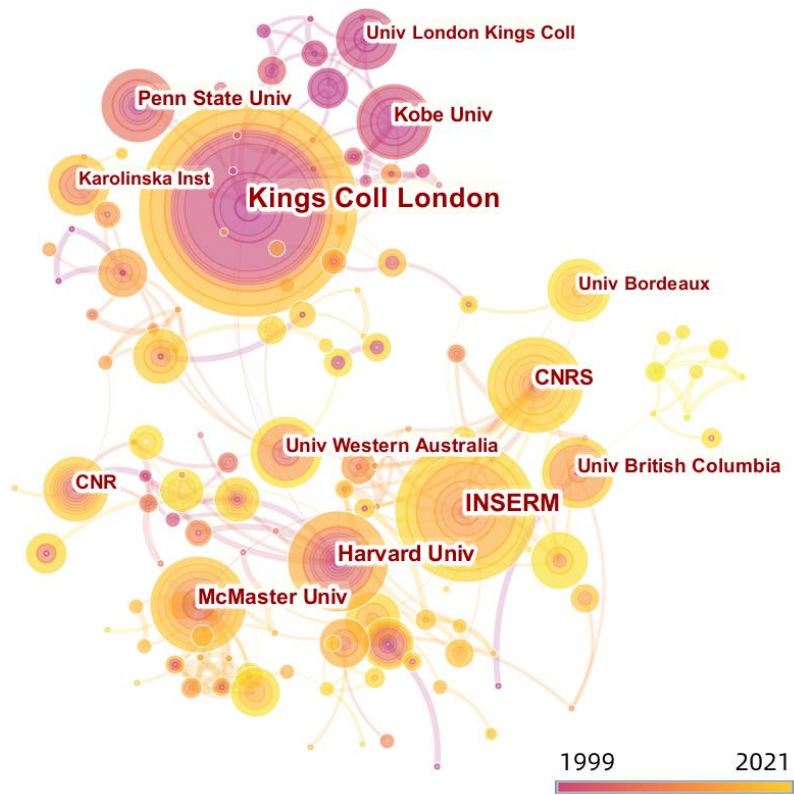


Figure 3. Distribution of relevant literature publication institution from 1999 to 2021

2.4 Analysis of Knowledge Graph of Document Authors' Cooperation Network

With the authors of the literature as the network node, the author's cooperation in the past 23 years is generated through software, as shown in Figure 4. The graph consists of 726 nodes and 825 links. The size of the nodes in the graph represents the amount of articles published by authors, the links between nodes represent cooperation between authors, and the thickness of the links represents the degree of cooperation. VR PREEDY, CHARLES H LANG, and J FERNANDEZSOLA et al.^{14–16} specifically research alcoholic myopathy, investigating the pathogenic mechanism and treatment strategies. Authors with Nowak and Nigel G LAIN as the core have mainly studied the pathogenic mechanism and application of alpha-actin protein or its gene in skeletal myopathy in recent years¹⁷. KATASHI OKOSHI, Gomes and others¹⁸ mainly study the theory and application of antioxidant therapy in skeletal myopathy. According to Price's Law (ZONG Shuping 2016), calculate whether the target author is the core author, and the calculation

formula is $N = 0.749 * \sqrt{n_{pmax}}$, the number of papers published by the authors who published the most papers during the statistical era is referred to as n_{pmax} . Calculate the value of N, as long as the number of

papers written is greater than N. These authors are referred to as core authors. The maximum number of papers involved in this study is 27, and $N=3.892$ can be calculated by the formula. Therefore, in this study, authors with ≥ 4 papers are the core authors. There are 34 core authors, and the total number of published papers is 238, accounting for 18.96 % of the total number of included documents.

2.5 Co-cited literature analysis

The co-citation cluster analysis of a document can objectively reflect the degree of recognition of the document by academia. While doing citation analysis, you can also perform cluster analysis to find research hotspots and trends. Therefore, in order to further analyze the current status of myopathy research, this study conducted an in-depth analysis of the highly cited documents and the highly cited documents involved in each cluster. Through cluster analysis, meaningful and significant clusters are divided into 9 categories, as shown in Table 4. Use the software to analyze the document co-citation and obtain a visual map with $N = 1052$ and $E = 2625$ (Figure 5). The most representative article in the label #0 cluster is the article published by Preedy et al. on EUROPEAN JOURNAL OF NEUROLOGY¹⁹. The most representative of the label #1 cluster is the article by Laufs et al. on treatment options

for statin-associated muscle symptoms²⁰. Another example is the label #20 cluster represented by

Gomes²¹. The research group mainly studies the role of oxidative stress in the formation of skeletal myopathy.

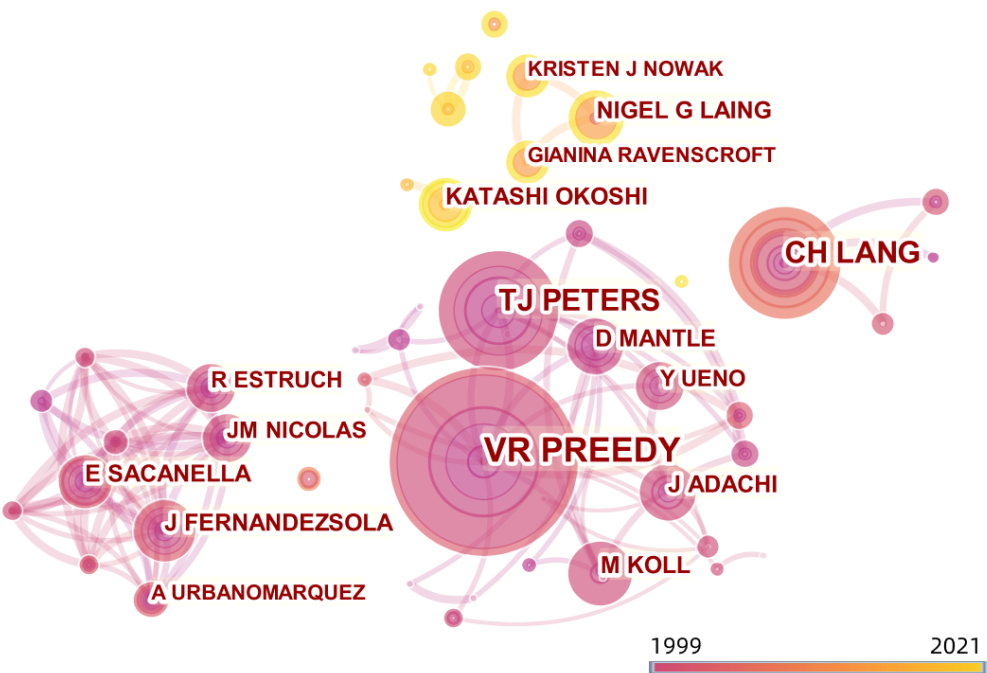


Figure 4. Knowledge Atlas of Collaborative Network of Authors from 2000 to 2020

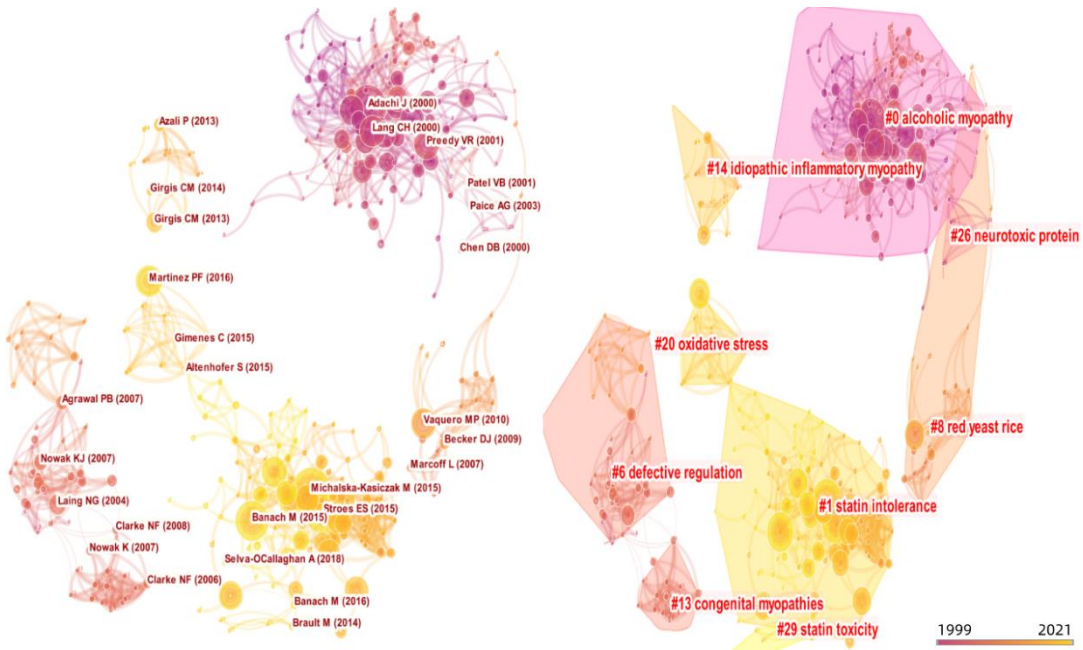


Figure 5. Co-cited and clustering map of articles in the field of alcoholic myopathy from 1999 to 2021

Table 4

Major clusters of co-cited references			
ID	SilhouettE	Year	Cluster Label(LLR)
1	2	3	4
0	0.973	1999	alcohol-induced muscle disease; ethanol treatment
1	0.986	2014	statin intolerance; treatment option
6	0.963	2005	defective regulation; skeletal myopathies
8	0.995	2009	red yeast rice

The end of the table 4

1	2	3	4
13	0.966	2006	congenital myopathies
14	1	2012	idiopathic inflammatory myopathy
20	1	2015	oxidative stress
26	0.992	2000	neurotoxic protein
29	0.983	2016	statin toxicity

2.6 keywords visualization and analysis

In this study, the keyword co-occurrence and highlighted word map were obtained through the analysis of CiteSpace software (Figure 6, 7, 8). Through keyword co-occurrence analysis, the hot keywords in the field of myopathy from 1999 to 2020 are myopathy, oxidative stress, vitamin d, vitamin d deficiency, mitochondrial myopathy, alcoholic myopathy, antioxidant therapy, statin, therapy, glutathione, nanoparticle, vitamin e, coenzyme q10, IGF-1 and other high-frequency keywords. From the analysis of keyword time zone and highlighted word map, it can be concluded that the new keywords in the past 5 years are nanoparticle (2016–2021), autophagy (2017–2021), dysfunction (2017–2019), activation (2016–2019), inflammation (2018–2021), mitochondrial dysfunction (2019–2021). And the highlighting word map analysis can show that the popularity of keywords such as nanoparticle, autophagy, and mitochondrial dysfunction will continue until 2021, Figure 9. The label of the largest node in the middle is myopathy, which contains various types of myopathy, such as myopathy caused by alcoholism²², The relationship between vitamin D and myopathy²³, myopathy caused by statins²⁴. The node corticosteroid represents myopathy caused by steroid hormones²⁵ (Figure 6, 8). The node ethanol represents the research of alcoholic myopathy. At the

same time, it can be discovered from the connection relationship between the nodes that alcoholic myopathy can be treated with antioxidant therapy(Figure 6). In addition, we can also see that vitamin e and coenzyme q10 are a kind of antioxidant therapy. In the network diagram of another node therapy (Figure 7), we can find that nanoparticle is one of many ways to treat myopathy. From the graph of the network nodes in Figure 8, we can see that corticosteroid is directly or indirectly related to coenzyme Q10 and mitochondrial dysfunction. It can be seen from Figure 9 that the most intense and hottest highlight keywords are nanoparticle and mitochondrial dysfunction. The study included in mitochondrial dysfunction by Moacir Wajner et al.²⁶ revealed that fatty acid accumulation can interfere with energy balance in the mitochondria, inhibit oxidative phosphorylation, decrease ATP synthesis, and increase free radical output. Nanoparticles can be used in many different fields. For example, fullerene C60 is a free radical scavenger with better performance²⁷. Nanoparticles are foreign to the human body, similar to bacteria, viruses, parasites, and can stimulate cells to produce autophagy²⁸. In general, nanoparticles can play a protective antioxidant role in the body, and autophagy produced by nanoparticles can also remove oxidative stress²⁹.

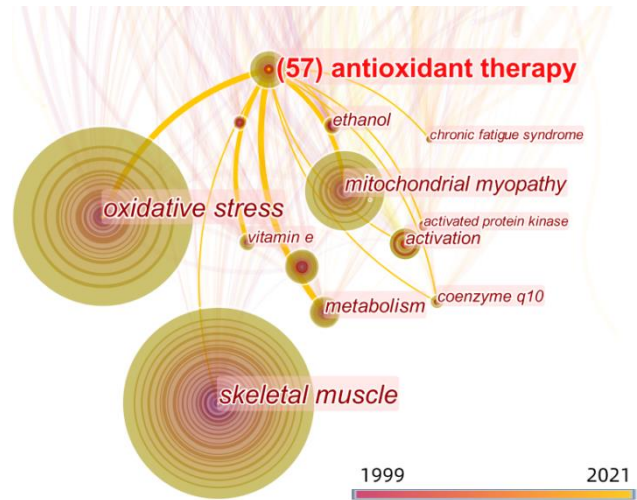


Figure 6. Visualization diagram of the relationship between antioxidant therapy in each keyword node

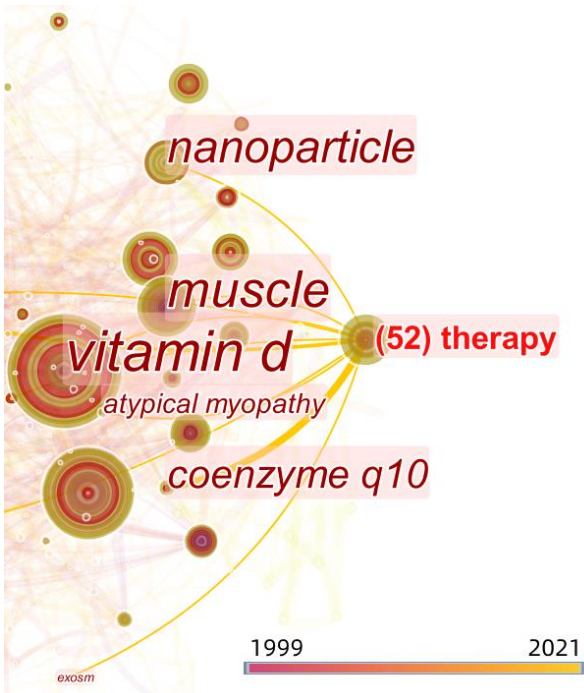


Figure 7. Visualization of the main treatment methods of myopathy

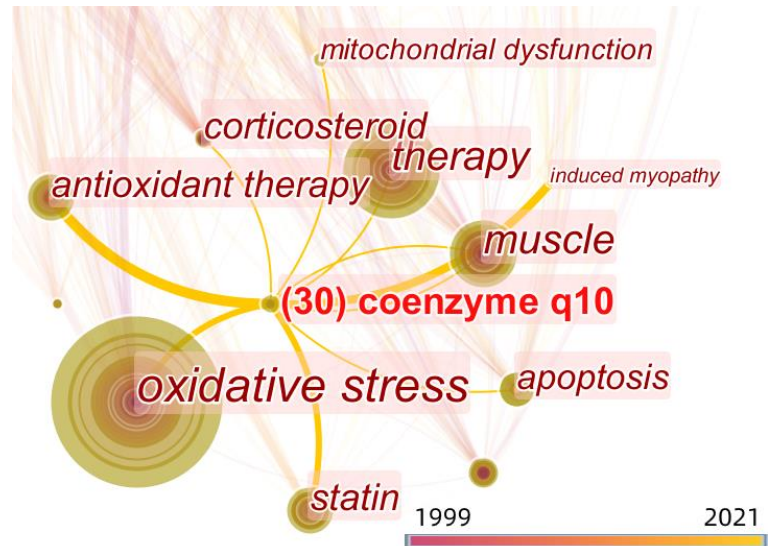


Figure 8. Visualization of the commonality of the pathogenesis of the three myopathy

Top 20 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	1999 - 2021
myopathy	1999	10.56	1999	2007	
rat	1999	8.16	1999	2003	
ethanol	1999	7.81	1999	2005	
tissue	1999	4.89	1999	2002	
alcoholic myopathy	1999	15.16	2000	2007	
protein synthesis	1999	8.67	2000	2008	
lipid peroxidation	1999	6.15	2000	2005	
acetaldehyde	1999	7.41	2001	2005	
vitamin d deficiency	1999	7.13	2008	2014	
prevalence	1999	5.31	2009	2013	
macrophagic myofasciiti	1999	5.85	2011	2013	
nanoparticle	1999	10.89	2016	2021	
activation	1999	4.94	2016	2019	
autophagy	1999	10.87	2017	2021	
in vitro	1999	8.15	2017	2021	
dysfunction	1999	6.77	2017	2019	
apoptosis	1999	6.38	2017	2021	
mouse model	1999	7.38	2018	2021	
inflammation	1999	5.44	2018	2021	
mitochondrial dysfunction	1999	5.33	2019	2021	

Figure 9. Annual ranking of keywords with the strongest citation bursts related to

DISCUSSION

Myopathy has been on the rise in recent years, with the disease becoming more common with each passing year. Myopathy has attracted more attention because to its increasing prevalence and the numerous damage it causes to people's bodies and minds. This work analyzes the literature on myopathy in the WOS database using bibliometrics and discovers that the number of literature publications has a wave-like increase tendency over time, indicating that research is increasing rapidly and people are paying more and more attention to it. In terms of research countries and areas, the United States has published more publica-

tions in this field than other countries (regions) and has done a significant amount of work in the subject of myopathy research. However, in Europe, there are more countries (regions) involved in myopathy research.

We can observe from the term emergence map that numerous new study directions have arisen in the last three years. Some hot keywords have a high intensity, such as nanoparticle (10.89), while others have a low intensity, such as mitochondrial dysfunction (5.33), yet this term is a new hot area that has emerged in the last two years. The explanation for the low intensity could be that we only found 18 references in the 2021 literature. Many new study topics have appeared

in the last ten years, such as "autophagy," which has been a research hotspot from 2017 to 2021, with an outbreak value of 10.87. However, the term "mitochondrial dysfunction" first appeared in 2019. Although the new research direction has a low burst value, it is 5.3. However, it is possible that this direction may become the next research hotspot in the future.

Under normal conditions, mitochondrial homeostasis is dependent on a number of activities, including biogenesis, fusion, and fission. Any disruption to these processes will result in mitochondrial malfunction. Alcohol-fed rats have higher acetaldehyde levels in their mitochondria, which disrupts the electron transport complex (CI-IV), resulting in an excess of reactive oxygen species (ROS)³⁰. In addition, long-term use of corticosteroid drugs can also induce excessive production of reactive oxygen species (ROS), leading to mitochondrial dysfunction and apoptosis in myogenic cells²⁵. Statins can also impair the mitochondrial respiratory chain's activity, lowering ATP and boosting ROS generation³¹. The three reasons described above can cause an increase in the concentration of ROS in the body. Of course, because the concentration of ROS has increased, "nanoparticle" can be employed to reduce the concentration of ROS. Figure 9 also shows that "nanoparticle" has been a popular study topic since 2016.

SUMMARY

It is expected that the study focus of these three myopathies will shift to a more in-depth investigation of the mechanism of mitochondrial malfunction in the next years. Of course, future research hotspots are not restricted to this. For example, the creation of nanoparticle therapeutics for myopathy and the investigation of myopathy's autophagy process have been research hotspots in recent years, and they may continue to be so in the future.

REFERENCES

- Kim, K., Anderson, E. M., Scali, S. T. & Ryan, T. E. Skeletal Muscle Mitochondrial Dysfunction and Oxidative Stress in Peripheral Arterial Disease: A Unifying Mechanism and Therapeutic Target. *Antioxidants* 9, 2020; p. 1304.
- Tarnopolsky, M. A. & Raha, S. Mitochondrial myopathies: diagnosis, exercise intolerance, and treatment options. *Medicine and science in sports and exercise* 37, 2005; pp. 2086–2093.
- Sahebkar, A. et al. Pathophysiological mechanisms of statin-associated myopathies: possible role of the ubiquitin-proteasome system. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle* 11, 2020; pp. 1177–1186.
- Zhang, X. et al. Involvement of reductive stress in the cardiomyopathy in transgenic mice with cardiac-specific overexpression of heat shock protein 27. *Hypertension* 55, 2010; pp. 1412–1417.
- Endo, I. et al. Deletion of Vitamin D Receptor Gene in Mice Results in Abnormal Skeletal Muscle Development with Deregulated Expression of Myoregulatory Transcription Factors. *Endocrinology* 144, 2003; pp. 5138–5144; 10.1210/en.2003-0502.
- Couillard, A., Maltais F, Saey D, Debigaré R, Michaud A, Koechlin C, LeBlanc P, Préfaut C. Exercise-induced quadriceps oxidative stress and peripheral muscle dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 167, 2003; pp. 1664–1669.
- Thompson, P. D., Clarkson, P. & Karas, R. H. Statin-associated myopathy. *Jama* 289, 2003; pp. 1681–1690.
- Fernandez-Sola, J. et al. Patients with chronic glucocorticoid treatment develop changes in muscle glycogen metabolism. *Journal of the neurological sciences* 117, 1993; pp. 103–106.
- Liu, J. et al. Mitochondrial Dysfunction Launches Dexamethasone-Induced Skeletal Muscle Atrophy via AMPK/FOXO3 Signaling. *Molecular Pharmacology* 13, 2016; pp. 73–84; 10.1021/acs.molpharmaceut.5b00516.
- Chen, C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. *Journal of the American Society for information Science and Technology* 57, 2006; pp. 359–377.
- Chen, C., Hu, Z., Liu, S. & Tseng, H. Emerging trends in regenerative medicine: a scientometric analysis in CiteSpace. *Expert opinion on biological therapy* 12, 2012; pp. 593–608.
- Ochala, J. & Sun, Y.-B. Novel myosin-based therapies for congenital cardiac and skeletal myopathies. *Journal of Medical Genetics* 53, 2016; pp. 651–654; 10.1136/jmedgenet-2016-103881.
- Salem, R. O., Laposata, M., Rajendram, R., Cluette-Brown, J. E. & Preedy, V. R. THE TOTAL BODY MASS OF FATTY ACID ETHYL ESTERS IN SKELETAL MUSCLES FOLLOWING ETHANOL EXPOSURE GREATLY EXCEEDS THAT FOUND IN THE LIVER AND THE HEART. *Alcohol and Alcoholism* 41, 2006; pp. 598–603; 10.1093/alcal/agl069.
- Adachi, J. et al. 7alpha- and 7beta-Hydroperoxycholesterol-5-en-3beta-ol in Muscle as Indices of Oxidative Stress: Response to Ethanol Dosage in Rats. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research* 24, 2000; pp. 675–681; 10.1111/j.1530-0277.2000.tb02039.x.
- Lang, C. H., Frost, R. A., Svanberg, E. & Vary, T. C. IGF-I/IGFBP-3 ameliorates alterations in protein synthesis, eIF4E availability, and myostatin in alcohol-fed rats. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 286, 2004; pp. E916–E926; 10.1152/ajpendo.00554.2003.
- Fernandez-Sola, J. et al. Muscle Antioxidant Status in Chronic Alcoholism. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research* 26, 2002; pp. 1858–1862; 10.1111/j.1530-0277.2002.tb02493.x.
- Nowak, K. J., Ravenscroft, G. & Laing, N. G. Skeletal muscle α -actin diseases (actinopathies): pathology and mechanisms. *Acta Neuropathologica* 125, 2013; pp. 19–32; 10.1007/s00401-012-1019-z.
- Gomes, M. J. et al. Beneficial Effects of Physical Exercise on Functional Capacity and Skeletal Muscle Oxidative Stress in Rats with Aortic Stenosis-Induced Heart Failure. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2016, pp. 1–12; 10.1155/2016/8695716.
- Preedy, V. R. et al. Alcoholic skeletal muscle myopathy: definitions, features, contribution of neuropathy, impact and diagnosis. *European Journal of Neurology* 8, 2001; pp. 677–687; 10.1046/j.1468-1331.2001.00303.x.
- Laufs, U. et al. Treatment Options for Statin-Associated Muscle Symptoms. *Deutsches Arzteblatt Online*, 2015; 10.3238/arztebl.2015.0748.
- Gomes, M. J. et al. Skeletal muscle aging: influence of oxidative stress and physical exercise. *Oncotarget* 8, 2017; pp. 20428–20440; 10.18632/oncotarget.14670.
- Gavazzi, A., Maria, R. de, Parolini, M. & Porcu, M. Alcohol abuse and dilated cardiomyopathy in men. *The American Journal of Cardiology* 85, 2000; pp. 1114–1118; 10.1016/S0002-9149(00)00706-2.
- Glerup, H. et al. Hypovitaminosis D Myopathy Without Biochemical Signs of Osteomalacic Bone Involvement. *Calcified Tissue International* 66, 2000; pp. 419–424; 10.1007/s002230010085.
- Moßhammer, D., Schaeffeler, E., Schwab, M. & Mörike, K. Mechanisms and assessment of statin-related muscular adverse effects: Statin-related myopathy. *British Journal of Clinical Pharmacology* 78, 2014; pp. 454–466; 10.1111/bcp.12360.
- Oshima, Y., Kuroda, Y., Kunishige, M., Matsumoto, T. & Mitsui, T. Oxidative stress-associated mitochondrial dysfunction in corticosteroid-treated muscle cells. *Muscle & Nerve* 30, 2004; pp. 49–54; 10.1002/mus.20036.
- Wajner, M. & Amaral, A. U. Mitochondrial dysfunction in fatty acid oxidation disorders: insights from human and animal studies. *Bioscience Reports* 36, 2016; p. e00281; 10.1042/BSR20150240.
- 水溶性富勒烯纳米粒子抗氧化活性研究及其肿瘤靶向给药系统的构建. 硕士. 宜春学院. [Zhou, X. Studies on antioxidant activity of water-soluble fullerene nanoparticles and their construction as tumor targeting drug Studies on antioxidant activity of

- water-soluble fullerene nanoparticles and their construction as tumor targeting drug, 2020] [in Chinese].
28. Jia, L., Hao, S.-L. & Yang, W.-X. Nanoparticles induce autophagy via mTOR pathway inhibition and reactive oxygen species generation. *Nanomedicine* 15, 2020; pp. 1419–1435; 10.2217/nnm-2019-0387.
29. Afeseh Ngwa, H. *et al.* Manganese nanoparticle activates mitochondrial dependent apoptotic signaling and autophagy in dopaminergic neuronal cells. *Toxicology and Applied Pharmacology* 256, 2011; pp. 227–240; 10.1016/j.taap.2011.07.018.
30. Manzo-Avalos, S. & Saavedra-Molina, A. Cellular and mitochondrial effects of alcohol consumption. *International journal of environmental research and public health* 7, 2010; pp. 4281–4304.
31. Bouitbir, J., Sanvee, G. M., Panajatovic, M. V., Singh, F. & Krähenbühl, S. Mechanisms of statin-associated skeletal muscle-associated symptoms. *Pharmacological research* 154, 2010; 104201.



УДК 612.1:616.1

DOI <https://doi.org/10.29038/NCBio.21.2.54-58>

Особливості якісних та кількісних показників крові в осіб із захворюванням серцево-судинної системи

Тетяна Качинська, Тетяна Лисюк, Наталія Лавренюк,
Анна Тимошук, Валентина Вовк, Ігор Коцан

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

Адреса для листування: Kachynska.Tatiana@vnu.edu.ua

Отримано: 03.12.21; прийнято до друку: 24.12.21; опубліковано: 30.12.21

Резюме. Мета дослідження полягала у вивченні якісних та кількісних показників системи крові в осіб із діагнозом ішемічна хвороба серця та інфаркт міокарда. Вибірка досліджуваних складала 40 осіб жіночої статі, віком 36–60 років, які проживали на території Волинської області. Всі досліджувані були поділені на 2 групи: I – жінки з діагнозом ішемічна хвороба серця (20 осіб); II – жінки з діагнозом інфаркт міокарда (20 осіб). Згідно з результатами аналізували клінічні показники крові.

Було виявлено, що в жінок зрілого віку, які мають порушення в роботі серця, найбільш чутливими до дії захворювання були показники крові: кількість еритроцитів, тромбоцитів, гемоглобіну, значення гематокриту та швидкості осідання еритроцитів, індекс розправлення еритроцита, а серед параметрів лейкоцитарної формули – нейтрофіли. Досліджувані із хворобою інфаркт міокарда мали гірші стосовно «норми» значення порівняно з пацієнтками з діагнозом ІХС.

Ключові слова: інфаркт міокарда, ішемічна хвороба серця, кров.

Features of qualitative and quantitative indicators of blood in persons with cardiovascular disease

Tetiana Kachynska, Tetiana Lysyuk, Natalia Lavrenuk,
Anna Timoshchuk, Valentina Vovk, Ihor Kotsan

Lesia Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: Kachynska.Tatiana@vnu.edu.ua

Abstract. The purpose of the study was to identify the qualitative and quantitative indicators of the blood system in people diagnosed with coronary heart disease and myocardial infarction. The sample consisted of 40 females, aged 36–60 years, who lived in the Volyn region. All subjects were divided into 2 groups: I – subjects diagnosed with coronary heart disease (20 females); II – subjects with a diagnosis of myocardial infarction (20 females). According to the results, clinical blood parameters were analyzed.

It was shown that in adult women with cardiac disorders the most sensitive to the disease were blood counts: erythrocytes, platelets, hemoglobin, hematocrit and erythrocyte sedimentation rate, erythrocyte straightening index, and among the parameters of the leukocyte formula – neutrophils. Subjects with myocardial infarction are characterized by worse values in relation to the «normal» compared to patients diagnosed with coronary heart disease.

Key words: myocardial infarction, coronary heart disease, blood.

ВСТУП

Однією з найважливіших медико-біологічних і соціальних проблем в Україні та й загалом у світі є поширення серед населення серцево-судинних захворювань. Причинами їх виникнення та поширення є недотримання здорового способу життя та постаріння населення. Регіональні відмінності захворюваності та поширення серцево-судинних хвороб насамперед визначаються віковою структурою

населення, тривалістю життя, поширенням соціальних негараздів, способом та якістю життя [1].

У структурі захворюваності населення у 2015 році на серцево-судинні хвороби припадало понад 30 % від усіх захворювань, зокрема серед працездатного населення – 24 %, осіб пенсійного віку – 50 %. Захворюваність населення України на серцево-судинні хвороби у 2015 році складала 4,3 тис. хворих на 100 тис. осіб [2].

Ішемічна хвороба серця (ІХС) становить основну причину захворюваності та смертності серед дорослого населення як у світі, так і в Україні. Проблема діагностики ІХС знаходиться в полі діяльності сімейних лікарів, терапевтів та кардіологів. Проте часто перший контакт пацієнта з ІХС відбувається з представниками екстреної медичної допомоги (ЕМД): лікарями, фельдшерами, медичними сестрами. Диференційна діагностика больового синдрому часто потребує глибоких знань щодо механізмів виникнення болю. Адже найважливіше діагностувати гострий коронарний синдром (ГКС): інфаркт міокарда, нестабільну стенокардію, що потребує ранньої інвазивної тактики лікування. Саме на ранній реперфузійній терапії ГКС базуються сучасні світові, європейські та локальні протоколи надання допомоги пацієнтам [3, 4]. Проблема старіння населення в Україні, як і в більшості країн Західної Європи, викликає потребу у більш досконалому вивченні морфологічних, патофізіологічних і клінічних особливостей гострого інфаркту міокарда в пацієнтів похилого віку [5].

У зв'язку з високим рівнем захворюваності і смертності від серцево-судинної патології, де безумовним лідером є ІХС, вивчення механізмів розвитку коронарної недостатності є актуальною проблемою [6]. Відомо, що ускладнення ІХС, зокрема тромбози коронарних артерій та епізоди ішемії міокарда, мають закономірну добову структуру [10]. Згідно з даними, репрезентованими ВООЗ у 2004 році, смертність жінок європейської популяції від ССЗ складає 55 %, тоді як чоловіків – лише 43 % [5]. До 45 років у жінок порівняно з чоловіками того ж віку частота ІХС в 4–6 разів нижча, а за наявності ІХС ризик розвитку інфаркту міокарда (ІМ) нижчий у 2 рази. Значно нижчий і ризик раптової смерті аритмічного генезу [7]. Після 45–50 років у жінок підвищується не лише частота розвитку АГ, а й ризик виникнення ІХС та сумарний серцево-судинний ризик [8].

Перебіг інфаркту міокарда у хворих характеризується особливостями, пов'язаними з поширеністю атеросклеротичного процесу, наявністю серцевої недостатності і супутньої патології. Часто ішемія міокарда в цих пацієнтів має безбольовий характер. Новітні прилади для дослідження крові видають десятки параметричних даних про її стан, що дозволяє майже завжди безпомилково визначити діагноз хворого і навіть передбачити зміни деяких параметрів у будь-якої людини [9]. Тому важливим є зіставлення клінічних, біохімічних, інструментальних даних, лабораторних показників. Це дозволить спрогнозувати перебіг, визначитися з індивідуальною тактикою ведення хворих, а також розробити рекомендації із вторинної профілактики ІМ [10]. А отже, мета дослідження – виявити особливості якісних та кількісних показників системи крові в осіб із діагнозом ішемічна хвороба серця та інфаркт міокарда.

КОНТИНГЕНТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили на базі Комунального підприємства Луцька міська клінічна лікарня. Ви-

бірка досліджуваних складала 40 осіб жіночої статі, віком 36–60 років, які проживали на території Волинської області. Згідно з сучасною віковою періодизацією за біологічними ознаками обстежувані належали до зрілого віку II-й період. За результатами обстеження та висновками лікаря жінкам було встановлено діагноз інфаркт міокарда (20 осіб) чи ішемічна хвороба серця (20 осіб).

Клінічні дослідження проводили з 8.00 до 17.00 перед початком стаціонарного лікування в кардіологічному відділенні та перед випискою.

Дослідження показників периферійної крові здійснювали за допомогою гематологічного аналізатора ABX Micros 60. До початку роботи з гематологічним аналізатором здійснювали забір венозної крові.

Згідно з результатами клінічного аналізу крові в подальшому аналізували: гематокрит (Ht), швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ), гемоглобін в крові (Hb), кількість еритроцитів (RBC), тромбоцитів (PLT) та лейкоцитів (WBC), лейкоцитарну формулу, середню концентрацію гемоглобіну в еритроциті (MCHC), індекс розправлення еритроцита (RDW).

Статистичну обробку результатів проводили з використанням програми MS Excel 2019. Визначали нормальність розподілу даних. Для парного порівняння груп використовували достовірності Стьюдента (t) та Мана-Уїтні (W) і показник достовірності при порівнянні середніх величин (p). Різницю між двома середніми величинами вважали достовірною при значеннях $t \geq 2,0$ і $p \leq 0,05$. Визначали середнє значення показника (M), величину середньої похибки ($\pm m$) [11].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

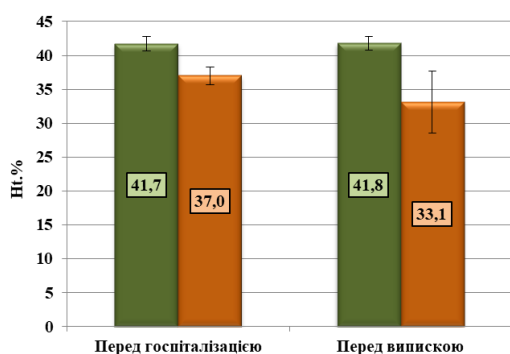
Аналіз кількісних показників крові в жінок зрілого віку II-го періоду, які хворіють на ішемічну хворобу серця та інфаркт міокарда, показав, що кількість еритроцитів у досліджуваних груп була в межах норми. Так, у жінок, які хворіють на ІХС, перед госпіталізацією показник RBC становив $4,6 \pm 0,05 \times 10^{12}/л$, перед випискою – $4,6 \pm 0,15 \times 10^{12}/л$. У пацієток, які хворіють на ІМ, перед госпіталізацією кількість еритроцитів у крові становила $4,6 \pm 0,1 \times 10^{12}/л$, а перед випискою дещо збільшилася – $4,8 \pm 0,1 \times 10^{12}/л$.

Кількість гемоглобіну в жінок, які мають захворювання ІХС, перед госпіталізацією становила $147 \pm 1,7$ г/л, а в осіб, яким був поставлений діагноз інфаркт міокарда, – $132 \pm 1,4$ г/л. Перед випискою показники вмісту гемоглобіну в крові жінок обох дослідних груп практично не змінилися, порівняно зі значеннями перед госпіталізацією, та були в межах норми для даного віку. Проте в пацієток із діагнозом ІХС значення досліджуваного показника, порівняно із жінками, яким діагностовано інфаркт міокарда, були вищими.

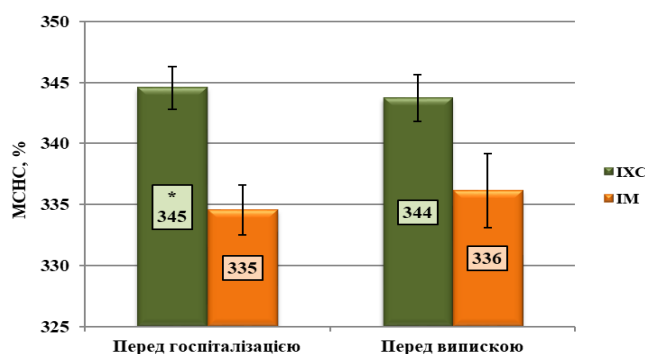
Гематологічні дослідження показали, що об'ємна фракція еритроцитів у цільній крові (Ht) знаходилась у межах норми як перед госпіталізаці-

єю, так і перед випискою зі стаціонарного лікування у жінок, яким поставлено діагноз ішемічна хвороба серця. Натомість у пацієнток із хворобою інфаркт міокарда перед випискою цей показник був нижчим за норму. У жінок із ІХС показник Ht пе-

ред госпіталізацією становив $41,7 \pm 0,4$ %, перед випискою – $41,8 \pm 0,6$ %. В осіб жіночої статі, які хворіють на ІМ, вищі значення спостерігали після госпіталізації – $37 \pm 0,5$ %, порівняно з показниками гематокриту перед випискою – $33 \pm 0,5$ % (рис. 1.А).



А



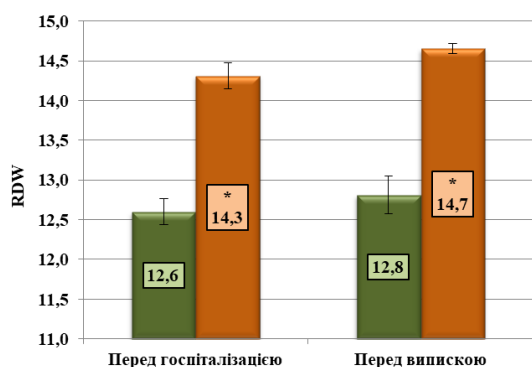
Б

Рис. 1. Значення гематокриту (А) та середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті (Б) у жінок із діагнозом ішемічна хвороба серця (ІХС) та інфаркт міокарда (ІМ) перед госпіталізацією та випискою зі стаціонарного лікування
* - статистично достовірно вище значення у жінок із діагнозом ішемічна хвороба серця, порівняно з пацієнтками з інфарктом міокарда, перед госпіталізацією, $p \leq 0,05$

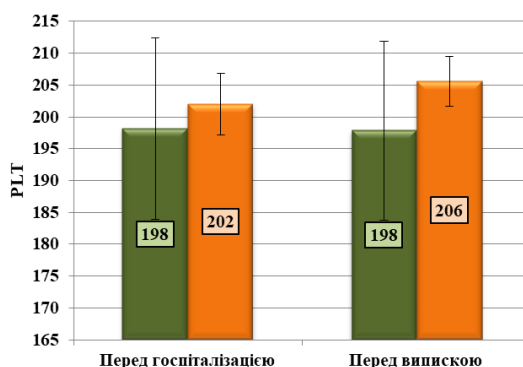
Показник середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті характеризувався «нормою» в осіб жіночої статі незалежно від захворювання серця. Проте в пацієнток, які хворіють на ІХС, значення досліджуваного показника були вищими порівняно із значеннями осіб, які хворіють на ІМ (рис. 1.Б). Незалежно від періоду лікувального процесу у жінок із діагнозом інфаркт міокарда значення середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті були нижчими порівняно із клінічними аналізами цього показника у пацієнток з ішемічною хворобою серця. У жінок із діагнозом ішемічна хвороба серця, порівняно з пацієнтками з інфарктом міокарда, перед госпіталізацією виявлено достовірно вищі значення середньої концентрації гемоглобіну в еритроциті ($p \leq 0,05$).

Аналіз показника RDW виявив вищі значення як перед госпіталізацією, так і перед випискою зі

стаціонарного лікування у жінок, яким поставлено діагноз інфаркт міокарда (перед госпіталізацією – $14,3 \pm 0,2$ %, перед випискою – $14,7 \pm 0,1$ %). У жінок із ІХС показник RDW перед госпіталізацією становив $12,6 \pm 0,1$ %, перед випискою – $12,8 \pm 0,6$ % (рис. 2.А). Варто зазначити, що незалежно від періоду лікувального процесу у жінок із діагнозом ішемічна хвороба серця значення індексу розправлення еритроцита були нижчими порівняно із клінічними значеннями цього показника у пацієнток із інфарктом міокарда. У жінок із діагнозом інфаркт міокарда, порівняно із пацієнтками з ішемічною хворобою серця, як перед госпіталізацією, так і перед випискою виявлено достовірно вищі значення індексу розправлення еритроцита ($p \leq 0,05$).



А



Б

Рис. 2. Індекс розправлення еритроцита (А) та значення кількості тромбоцитів (Б) у жінок із діагнозом ішемічна хвороба серця (ІХС) та інфаркт міокарда (ІМ) перед госпіталізацією та випискою зі стаціонарного лікування;
* – статистично достовірно вище значення у жінок із діагнозом інфаркт міокарда, порівняно з пацієнтками з ішемічною хворобою серця, $p \leq 0,05$.

Вміст тромбоцитів у крові жінок, які мають захворювання ІХС, перед госпіталізацією становив $198,1 \pm 10 \times 10^9/\text{л}$, а в осіб, яким був поставлений діагноз інфаркт міокарда, – $202 \pm 10 \times 10^9/\text{л}$. Перед випискою показники вмісту тромбоцитів у крові в жінок обох дослідних груп практично не змінилися порівняно зі значеннями перед госпіталізацією та були в межах норми для даного віку. Проте в пацієнток із діагнозом ІМ значення досліджуваного показника, порівняно із жінками, яким діагностовано ішемічну хворобу серця, були вищими (рис. 2.Б).

Значення ШОЕ у жінок із ІХС перед госпіталізацією становило $10,4 \pm 1,1$ мм/год, перед випискою – $10,3 \pm 1,4$ мм/год. В осіб жіночої статі, які хворіють на ІМ, вищі значення спостерігали після госпі-

талізації – $19,1 \pm 1,9$ мм/год, порівняно з показниками перед випискою – $17,9 \pm 1,6$ мм/год (рис. 3.А). Аналіз отриманих результатів засвідчив, що значення ШОЕ знаходились у межах норми у жінок, що мають захворювання ІХС. Натомість досліджувані жінки із діагнозом ІМ мали вищі за норму значення.

Кількість лейкоцитів у жінок зрілого віку, які мають захворювання ІХС, як перед госпіталізацією, так і перед випискою становила $6,0 \pm 0,3 \times 10^9/\text{л}$. В осіб, які мають захворювання ІМ, вищі значення показника WBC зафіксовано перед госпіталізацією $7,6 \pm 10 \times 10^9/\text{л}$, порівняно із показниками перед випискою (рис. 3.Б).

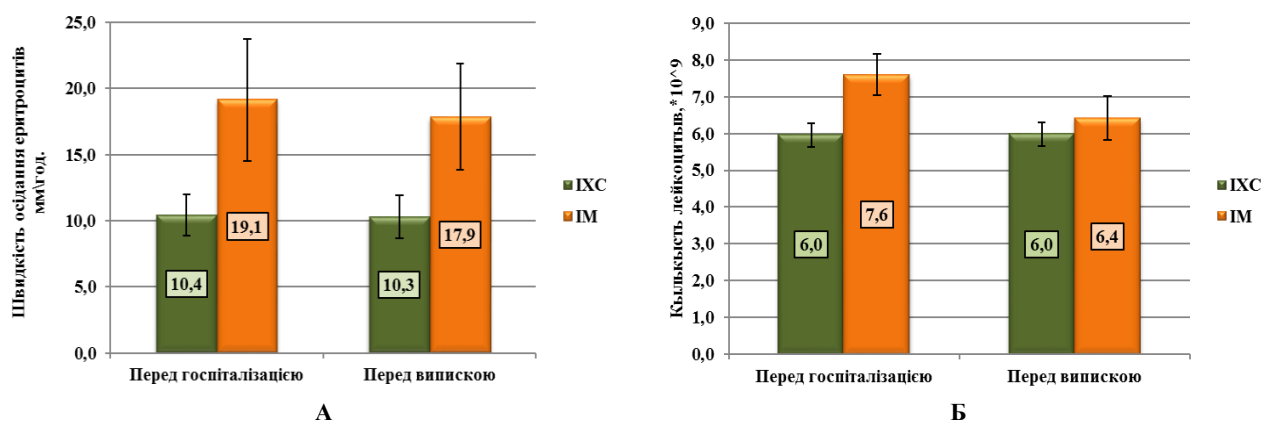


Рис. 3. Швидкість осідання еритроцитів (А) та кількість лейкоцитів (Б) у крові в жінок із діагнозом ішемічна хвороба серця (ІХС) та інфаркт міокарда (ІМ) перед госпіталізацією й випискою зі стаціонарного лікування

Показник $Lymph$ у жінок, що мають захворювання ІХС, перед госпіталізацією становив $33,5 \pm 1,3$, перед випискою – $34,1 \pm 1,3$. В осіб жіночої статі, що мають ІМ, вищі значення зафіксовано перед госпіталізацією $41,6 \pm 1,8$, порівняно з показником перед випискою. Варто зазначити, що неза-

лежно від періоду лікувального процесу у жінок із діагнозом інфаркт міокарда перед госпіталізацією значення показника кількості лімфоцитів були вищими порівняно із клінічними аналізами кількості лейкоцитів у крові пацієнток із ішемічною хворобою серця (рис. 4.А).

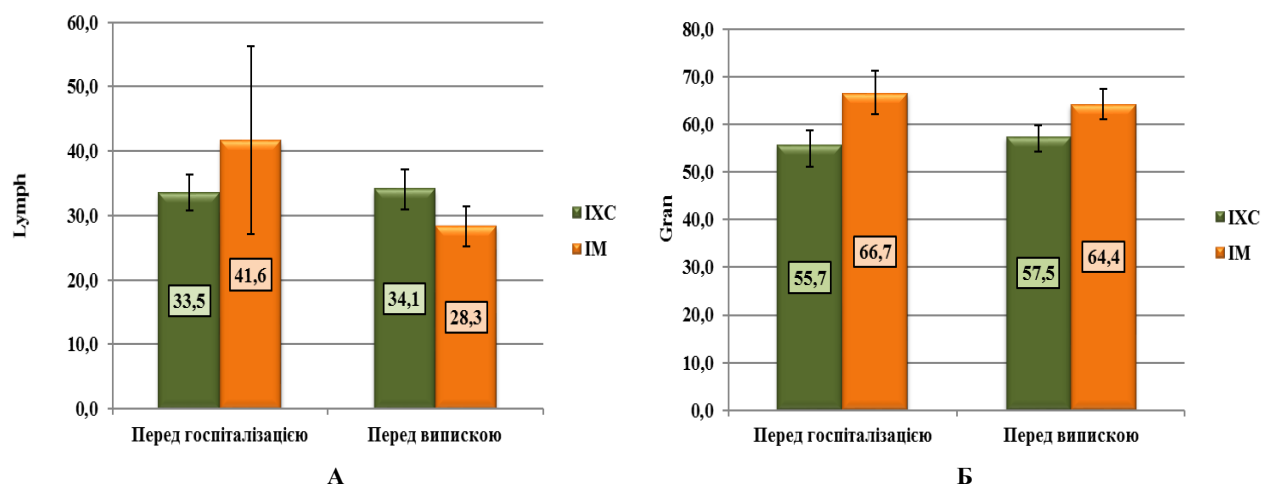


Рис. 4. Показник лімфоцитів (А) та гранулоцитів (Б) у жінок із діагнозом ішемічна хвороба серця (ІХС) та інфаркт міокарда (ІМ) перед госпіталізацією та випискою зі стаціонарного лікування

Кількість гранулоцитів у жінок, які мають захворювання ІХС, перед госпіталізацією становила $55,7 \pm 0,5$, перед випискою – $57,5 \pm 1,1$. В осіб жіночої

статі з діагнозом ІМ спостерігалася подібна динаміка, вищі значення перед госпіталізацією – $66,7 \pm 0,6$, порівняно із показниками перед випис-

кою. Незалежно від періоду лікувального процесу у жінок із діагнозом інфаркт міокарда кількість сегментоядерних клітин крові були вищими порівняно із клінічними аналізами цього показника у пацієнток із ішемічною хворобою серця (рис. 4.Б).

Отже, за результатами клінічних аналізів крові перед госпіталізацією та випискою зі стаціонарного лікування виявлено, що досліджувані із хворобою інфаркт міокарда мали гірші значення, порівняно із показниками в осіб із діагнозом ішемічна хвороба серця, та значення вікової норми. Проте пацієнти з інфарктом міокарда більш реактивно реагували на медикаментозне лікування, що відображається в більш виразних змінах клінічного аналізу крові, порівняно з особами з діагнозом ішемічна хвороба серця.

ОБГОВОРЕННЯ

Важливим аспектом інфаркту міокарда є його ускладнення як вияв ішемічної (коронарної) хвороби серця, що є наслідком зменшення його перфузії кров'ю і недостатньої доставки кисню, які поєднуються з порушенням відтоку продуктів обміну речовин. Виникнення ішемії міокарда може зумовлюватись: наявністю стенозу коронарної артерії; зміною тону або появою спазму артерії [12, 13]. Зміни, що відбуваються в організмі досліджуваних осіб жіночої статі зрілого віку, що хворіють на ІМ, виявляються у порушенні системи циркуляції крові, її транспортуванні до клітин і тканин організму, що в результаті призводить до змін у морфології та функціонуванні кровоносних судин, клітин і тканин. На системному рівні ці впливи відображаються у погіршенні функціонування серцево-судинної системи, її адаптаційних і резервних можливостей [14, 15]. Результати нашого дослідження показують, що жінки, які мають діагноз інфаркт міокарда, з урахуванням зазначених змін, мають достовірні відхилення клінічних показників крові від норми, порівняно з пацієнтками з ішемічною хворобою серця. Виявлена особливість може сповільнювати процес одужання цих пацієнток та, ймовірно, використовувати в тактиці лікування додаткові медикаментозні препарати для стабілізації функціонального стану організму.

Зміни в клітинах крові хворих на інфаркт міокарда є більш виразні, що без лікувальної терапії та дотримання правил у харчуванні і способі життя може призвести до погіршення функціонування системи кровообігу та активації незворотності процесів в організмі.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз кількісних та якісних показників системи крові у жінок зрілого віку, що мають захо-

рювання серця, засвідчив, що найбільш чутливими до дії захворювання були показники крові: кількість еритроцитів, тромбоцитів, гемоглобіну, значення гематокриту та швидкості осідання еритроцитів, індекс розправлення еритроцита, а серед параметрів лейкоцитарної формули – нейтрофіли.

2. За результатами клінічних аналізів крові перед госпіталізацією та випискою зі стаціонарного лікування виявлено, що досліджувані із хворобою інфаркт міокарда мають гірші стосовно «норми» значення, порівняно з пацієнтками із діагнозом ішемічна хвороба серця.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алмазов, В. А.; Беркович, О. О.; Ситніков, М. Ю. Ішемічна хвороба серця. Ендотеліальна дисфункція у хворих з дебіютом ішемічної хвороби серця у різному віці. *Кардіологія*; 2001, № 3, с 20–24.
2. Амосова, К. М.; Захарова, В. І.; Ткачук, Л. С. Мікросудинна стенокардія: фактори ризику, особливості клінічного перебігу, коронарний резерв, функція ендотелію і вміст кальцію у вінцевих артеріях. *Укр. кардіол. журнал*; 2005, № 3, с 46–51.
3. Динаміка показників стану здоров'я населення України за 1995–2005 роки: Аналітично-статистичний посібник / за ред. Д. К. Коваленко. Наука: Київ, 2006; 72 с.
4. Guideline for the Management of ST9 Elevation Myocardial Infarction. A Report of the American College of cardiology Foundation. *American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Circulation*; 2013, Vol. 127, p 362–465.
5. Jollis, J. G.; Roettig, M. L.; Aluko, A. O. Implementation of a statewide system for coronary reperfusion for ST-segment elevation myocardial infarction. *JAMA*; 2007, № 20, p 2371–2380.
6. Метельська, В. А.; Перова, Н. В. Сучасні основи діагностики та корекції атерогенних дисліпидопрофілів. *Лікувальний лікар*; 2002, Серпень, № 7–8, с 40–44.
7. Байєс де Луна, А.; Фиол-Сала, М.; Антман, Э. М. ЭКГ при инфаркте миокарда с подъемом ST: пер. с англ. Мед. лит.: Москва, 2009, 112 с.
8. Alpert, J. Myocardial Infarction Redefined. *J. Am. Coll. Cardiology*; 2000, Vol. 36, p 959–969.
9. Бугаєнко, В. В. Течение и исход ишемической болезни сердца у пациентов с болевой и безболевой ишемией миокарда. *Міжнар. ендокринолог. журнал*; 2003, № 3, с 49–52.
10. Насонов, Е. Л.; Паникова, С. В.; Александрова, С. М. С-реактивный белок маркер при атеросклерозі (нові дані). *Бук. мед. вісник. Кардіологія*; 2002, № 7, с 53–62.
11. Елисеева, И. И. Общая теория статистики. Университетская книга, Финансы и статистика: Москва; 2004, 656 с.
12. Рекомендації Європейського товариства кардіологів щодо ведення хворих, які підлягають некардіальній хірургії. Оцінка періопераційного кардіального ризику і кардіологічне лікування при несерцевій хірургії. *Укр. кард. журнал*; 2009, № 5–6, с 6–25.
13. Boden, W. E.; O'Rourke, R. A.; Teo, K. K.; Hartigan, P. M.; Maron, D. J.; Kostuk, W. J.; et al. Optimal Medical Therapy with or without PCI for Stable Coronary Disease [Text]. *New England Journal of Medicine*; 2007, Vol. 356, Issue 15, p 1503–1516.
14. Комаров, Б. И.; Насонова, В. А.; Гогин, Е. Е.; и др. Болезни сердечно-сосудистой системы, ревматические болезни. Невва, ОЛМА-Пресс: Москва; 2003, 157 с.
15. Коркушко, О. В.; Лишневская, В. Ю. Микрососудистая ишемия миокарда – современный взгляд на проблему. *Бук. мед. вісник*; 2004, № 1, с 43–45.