

57
НЗУ

ISSN 2078-2357

Наукові записки

**Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка**

Серія: біологія



**3 (77)
2019**

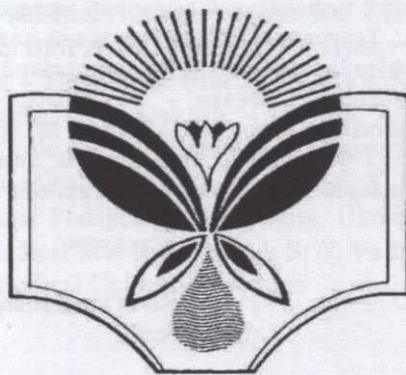
57
H34



Наукові зайски

**Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
Серія: Біологія**

**Scientific Issues
Ternopil Volodymyr Hnatiuk
National Pedagogical University
Series: Biology**



**3 (77)
2019**

Бібліотека Тернопільського
національного педагогічного
університету ім. В. Гнатюка



886479

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. — 2019. — № 3 (77). — 96 с.

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
від 24.09.2019 р. (протокол № 2)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**Головний редактор:**

Н. М. Дробик – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний
університет ім. Володимира Гнатюка, Україна

Заступники головного редактора:

В. В. Грубінко – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний
університет ім. Володимира Гнатюка, Україна

О. Б. Столяр – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний
університет ім. Володимира Гнатюка, Україна

Члени редакційної колегії:

І. В. Азізов – д.б.н., проф., Інститут молекулярної біології і біотехнології Національної академії наук
Азербайджану, Баку; **М. М. Барна** – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний
університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **О. І. Боднар** – к.б.н., Тернопільський національний
педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **В. І. Бумейстер** – д.б.н., проф., Сумський
державний університет, Україна; **С. Н. Вадзюк** – д.мед.н., проф., Тернопільський національний медичний
університет ім. І. Я. Горбачевського, Україна; **Р. Й. Гончарова** – д.б.н., проф., Інститут генетики і
цитології Національної академії наук Білорусі, Мінськ; **Л. Р. Грицак** – к.б.н., доцент, Тернопільський
національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **П. Жимські** – д.мед.н.
(біологія), доцент, Познанський медичний університет, Польща; **І. Я. Капрусь** – д.б.н., проф., Державний
природознавчий музей НАН України, Львів; **В. З. Курант** – д.б.н., проф., Тернопільський національний
педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна; **В. Г. Кур'ята** – д.б.н., проф., Вінницький
державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, Україна; **О. В. Лукаш** – д.б.н., проф.,
Національний університет «Чернігівський колегіум» ім. Т. Г. Шевченка, Україна; **Н. В. Пасечко** –
д.мед.н., проф., Тернопільський національний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського, Україна;
С. В. Пида – д. с-г.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира
Гнатюка, Україна; **Г. І. Фальфушинська** – д.б.н., Тернопільський національний педагогічний університет
ім. Володимира Гнатюка, Україна; **Г. Федак** – д.б.н., проф., Оттавський науково-дослідний центр
розвитку сільського господарства та агропродуктів, Канада; **М. М. Федоряк** – д.б.н., проф., Чернівецький
національний університет ім. Ю. Федьковича, Україна; **В. О. Хоменчук** – к.б.н., доцент, Тернопільський
національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка, Україна (*відповідальний секретар*)

Коректори:

О. С. Вербовецька

Т. І. Белей

Комп'ютерна верстка:

Г. М. Голіней

А. І. Герц

О. Б. Мацюк

Адреса редакції:

*Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка**вул. Максима Кривоноса, 2**м. Тернопіль, 46027**E-mail: journal@chem-bio.com.ua**http://journals.chem-bio.com.ua**Свідоцтво про держреєстрацію: KB № 15884-4356P від 27.10.2009.*

Українські, російські та латинські назви рослин і тварин наведені за авторським текстом
За зміст, авторську позицію та достовірність наведених у статтях фактів, цитувань відповідальність
несуть автори.

ЗМІСТ

БОТАНІКА

О. В. ПРИГАРА

ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНА СТРУКТУРА ФЛОРИ ЗАКАРПАТСЬКОЇ РІВНИНИ..... 6

ЗООЛОГІЯ

Т. М. ЖИЛНА, В. Л. ШЕВЧЕНКО

УГРУПОВАННЯ ПІДСТИЛКОВИХ НЕМАТОД ЛІСІВ МЕЗИНСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ 13

Я. І. КАПЕЛЮХ, О. Б. ХОДИНЬ, А. І. КАПУСТИНСЬКИЙ, І. П. ДОБРИВОДА

РАРИТЕТНІ ВИДИ ФАУНИ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МЕДОБОРИ» 18

БІОХІМІЯ

О. В. ЯКОВИЙЧУК, О. О. ДАНЧЕНКО, М. М. ДАНЧЕНКО, А. С. ФЕДОРКО,

І. О. КУЛИК

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МІОКАРДУ ГУСЕЙ ЗА ДІЇ ВІКАСОЛУ 32

О. З. ЯРЕМЧУК, К. А. ПОСОХОВА, О. С. ТОКАРСЬКИЙ

ВПЛИВ L-АРГІНІНУ НА РІВЕНЬ СИНТЕЗУ ОКСИДУ АЗОТУ ТА ВМІСТ
ГЛІАЛЬНОГО ФІБРИЛЯРНОГО КИСЛОГО ПРОТЕЇНУ У ГОЛОВНОМУ МОЗКУ
ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ АНТИФОСФОЛПІДНОМУ СИНДРОМІ 39

ГІДРОБІОЛОГІЯ

О. А. ДАВИДОВ, Д. П. ЛАРІОНОВА

САНІТАРНО-ГІДРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА ВЕРБНЕ
ЗА МІКРОФІТОБЕНТОСОМ..... 46

ЕКОЛОГІЯ

В. В. ПАВЛОВСЬКИЙ, Х. Д. ГАНЖА, І. І. АБРАМ'ЮК, О. Є. КАГЛЯН, Д. І. ГУДКОВ

АНОМАЛІЇ СКЕЛЕТА РИБ У ВОДОЙМАХ ІЗ РІЗНИМ РІВНЕМ
ЗАБРУДНЕННЯ РАДІОНУКЛІДАМИ..... 52

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

І. І. КОРШИКОВ, Н. І. СУШИНСЬКА

СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ
У СТРОКАТОЛИСТИХ ФОРМ *BERBERIS THUNBERGII* DC..... 59

Г. С. ШАТАЛЮК, В. Г. КУР'ЯТА

ВПЛИВ ЕСФОНУ НА БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В ПЕРІОД ДОЗРІВАННЯ ЯГІД,
УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ АГРУСУ 65

ОГЛЯДИ

Х. І. КУРИЛО, А. С. ВОЛЬСЬКА, І. М. КЛІЩ, Б. В. ЗАБЛОЦЬКИЙ

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФАРМАКОЛОГІЧНОЇ КОРЕКЦІЇ МЕТАБОЛІЧНИХ
ЗРУШЕНЬ ПРИ ЦУКРОВОМУ ДІАБЕТИ ТИПУ 2 71

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІ

В. В. ГРУБІНКО, В. З. КУРАНТ

ПРОФЕСОР АРСАН ОРЕСТ МИХАЙЛОВИЧ – ПАМ'ЯТІ ВЧИТЕЛЯ І КОЛЕГИ.... 81

О. Б. КОНОНЧУК, С. В. ПИДА

КУЗЬМА МИКОЛАЙОВИЧ ВЕКІРЧИК – ВІДОМИЙ ПЕДАГОГ, ВЧЕНИЙ,
ЖУРНАЛІСТ, ГРОМАДСЬКИЙ ДІЯЧ (до 90-річчя від дня народження)..... 84

ІНФОРМАЦІЯ

Міжнародна науково-практична конференція «ТЕРНОПІЛЬСЬКІ БІОЛОГІЧНІ
ЧИТАННЯ—TERNOPIL BIOSCIENCE – 2020». Інформаційний лист. 92

БОТАНІКА

УДК 582 (477.84)

doi: 10.25128/2078-2357.19.3.1

О. В. ПРИГАРА

Ужгородський національний університет
вул. Українська, 19, Ужгород, 88000
e-mail: pryhara.ov@gmail.com

ЕКОЛОГО-ЦЕНОТИЧНА СТРУКТУРА ФЛОРИ ЗАКАРПАТСЬКОЇ РІВНИНИ

У статті наведено результати аналізу еколого-ценотичної структури флори Закарпатської рівнини. Згідно зазначеного критерію виділено 7 флороценотипів: неморальнолісовий (*Nemoralophyton*) – 375 ценоелементів (33,33% від загальної кількості видів); лучний (*Pratophyton*) – 220 ценоелементів (18,20%); лучно-степовий (*Prato-Steppophyton*) – 179 ценоелементів (14,81%); ксероцхагарниковий (*Xerothermophyton*) – 32 ценоелементи (2,65%); болотний (*Paludophyton*) – 47 ценоелементів (3,89%); гігро-гідрофільний (*Hygro-Hydrophyton*) – 129 ценоелементів (10,67%); синантропний (*Synantrophophyton*) – 227 ценоелементів (18,77%). Охарактеризовано ценоелементи, які входять до складу виділених типів рослинних угруповань.

Ключові слова: Закарпатська рівнина, флора, тип рослинності, ценоелемент, флороценотип, флороценосвіта.

Закарпатська, або Притисянська, алювіальна рівнина є північно-східною частиною великої Середньо-Дунайської низовини в Закарпатській області. На заході Закарпатська рівнина відокремлена від Середньо-Дунайської низовини зоною розломів по лінії Чоп – Бігань – Берегово – Вилок; з північного сходу оточена вулканічним Вигорлат-Гутинським хребтом, який розташований по лінії Ужгород – Хуст. Довжина рівнини 80–90 км, ширина 22–23 км, висот 102–120 м н.р.м. У її межах виділяється Берегівське горбогір'я, представлене поодинокими куполоподібними вулканічними горами висотою 300–500 м н.р.м. (г. Чорна Гора – 568 м н.р.м., г. Шаланка – 372 м н.р.м. та інші) [12].

Особливості сонячної радіації та атмосферної циркуляції, ландшафтостворювальні фактори, визначили формування на території Закарпатської рівнини помірно-континентального клімату, який характеризується порівняно довгою весною, не особливо спекотним літом, теплою (по відношенню до весни) осінню та порівняно м'якою зимою. Середня кількість опадів коливається від 752 до 1027 мм на рік [2].

Закарпатська рівнина розташована, в основному, на правому березі р. Тиси і це рівнина терасова. На різних терасових рівнях і в різних частинах одних і тих же терас є ґрунти, у яких поєднуються в різних співвідношеннях буроземний, дерновий процеси, оглеєння та опідзолювання. Ґрунтоутворюючі породи здебільшого кислі [3].

За фізико-географічним районуванням Закарпатська рівнина розташована в межах Паннонської області та області Закарпатської рівнини фізико-географічної провінції Українських Карпат Карпатської гірської країни [14].

Згідно з «Геоботанічним районуванням України» (1977), територія Закарпатської рівнини належить до Надтисянського геоботанічного округу дубових лісів Східнокарпатської гірської

підпровінції Центральноєвропейської провінції Європейської широколистяної області [4]. Я. П. Дідух та Ю. Р. Шеляг-Сосонко (2003) відносять досліджувану територію до Закарпатського округу скельнодубових та звичайнодубових лісів та остепнених лук Паннонської провінції геліофільних та неморальних лісів, остепнених лук та лучних степів Лісостепової підобласті Євразійської степової області [6].

Метою дослідження є виявлення особливостей еколого-ценотичної структури флори Закарпатської рівнини, встановлення основних закономірностей флорокомплексної диференціації досліджуваного регіону.

Матеріали і методи досліджень

Залежно від екологічних умов існування та ценотичних взаємовідносин у рослинних угрупованнях, природні види та їх популяції об'єднуються у флористичні комплекси, що виникли в процесі розвитку географічного середовища та еволюції рослинного покриву [7–9]. Належність видів до певних ценоекологічних груп та їх кількісне співвідношення найбільш повно відображають еколого-ценотичні особливості флори та дозволяють простежити її зв'язки з різними типами рослинності.

В основу еколого-ценотичного аналізу флори Закарпатської рівнини покладено поняття про ценоелемент як узагальнене поняття про представників ценопопуляції конкретного природного виду, які приурочені до рослинних угруповань певного ценотаксону і утворюють флороценотичний комплекс. Згідно з поглядами Р. В. Камеліна [9] та Б. В. Заверухи [8], розподіл ценоелементів флори найбільш чітко вимальовується за основними зональними типами рослинності – флороцено типами, які розглядаються як сукупність флороценоелементів переважно груп формацій тих чи інших типів рослинності, що характеризуються природно-історичними, зональними та еколого-едафічними віділами рослинного покриву досліджуваної території.

Оскільки вказані флороценопи є віділами широкооб'ємними, в їх складі виокремлено флорокомплекси нижчого рангу – флороценосвіти [8], що складаються з сукупності флороценоелементів, властивих окремим формаціям чи групам асоціацій.

При вивченні видової різноманітності флори Закарпатської рівнини застосовувався загальноприйнятий морфолого-еколого-географічний метод. При вивченні складу рослинних угруповань використовувались загальноприйняті методики геоботанічних описів [5]. Назви рослин наведені за зведенням S. I. Mosyakin та M. M. Fedoronchuk [16].

Результати досліджень та їх обговорення

Спонтанна флора Закарпатської рівнини нараховує 1209 видів вищих судинних рослин [11].

Залежно від еколого-ценотичної належності видів до основних типів рослинності, на території досліджуваного регіону виділено 7 флороцено типів: неморальнолісовий (*Nemoralophyton*), лучний (*Pratophyton*), лучно-степовий (*Prato-Steppophyton*), ксероцхагарниковий (*Xerotheramnophyton*), болотний (*Paludophyton*), гігро-гідрофільний (*Hydro-Hydrophyton*) та синантропний (*Synantropophyton*) (табл. 1).

Лісова рослинність, яка була панівною на Закарпатській рівнині в доісторичні часи, у зв'язку з інтенсивним господарським освоєнням території залишилась окремими масивами та представлена, переважно, змішаними звичайнодубовими та скельнодубовими лісами [10, 12, 15].

У складі неморальнолісового флороцено типу виділяються дубово-грабова (*Quercetocarpinetophytum*), світлодібровна, або геліокверцетальна (*Quercetophytum*) і фагетальна (*Fagetophytum*) флороценосвіти.

Флороценосвіта грудової або дубово-грабової рослинності (*Quercetocarpinetophytum*) нараховує 130 видів (10,75% від загальної кількості видів флори) і представлена такими ценоелементами: *Carpinus betulus* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Populus tremula* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Ulmus scabra* Mill., *Helleborus purpurascens* Waldst. Et Kit., *Vincetoxicum officinale* Moench, *Galium verum* L., *Milium effusum* L., *Majanthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt, *Platanthera chlorantha* (Cust) Reichenb., *Carex pilosa* Scop. Дубово-грабові ліси займають дещо підвищені частини Закарпатської рівнини, які не затоплюються весняними

водами. Такі ліси є на схилах південних експозицій в околицях міст Ужгород, Мукачево, Виноградово, на схилах вулканічної гори Куклія-Банія поблизу міста Берегово.

Таблиця 1

Еколого-ценотична структура флори Закарпатської рівнини

п/п	Флороценографи та флороценографи	Кількість видів	Відсоток від заг. к-сті видів
1.	Неморальнолісовий (<i>Nemoralophyton</i>)	375	33,33
	а) дубово-грабово або грудова (<i>Querceto-carpinetophytum</i>)	130	10,75
	б) світлодібровна або геліокверцетальна (<i>Quercetophytum</i>)	171	14,14
	в) букова або фагетальна (<i>Fagetophytum</i>)	74	6,12
2.	Лучний (<i>Pratophyton</i>)	220	18,19
	а) заплавнолучна (<i>Humidopratoophytum</i>)	97	8,02
	б) суходольнолучна (<i>Mesopratoophytum</i>)	123	10,17
3.	Лучно-степовий (<i>Prato-Stepophyton</i>)	179	14,81
4.	Ксероцхагарниковий (<i>Xerothamnophyton</i>)	32	2,65
5.	Болотний (<i>Paludophyton</i>)	47	3,89
6.	Гігро-гідрофільна (<i>Hygro-Hydrophyton</i>)	129	10,67
	а) гігрофільна (<i>Hygrophyton</i>)	79	6,53
	б) гідрофільна (<i>Hydrophyton</i>)	50	4,13
7.	Синантропний (<i>Synantropophyton</i>)	227	18,77
	а) сегетальна (<i>Segetalophytum</i>)	90	7,44
	б) рудеральна (<i>Ruderalophytum</i>)	137	11,33
	Всього видів	1209	100

Геліокверцетальна флороценографія (*Quercetophytum*) нараховує 171 ценоелемент (14,14% від загальної кількості видів). Утворена вона світлолюбивими термофільними видами (*Quercus robur* L., *Q. pubescens* Willd., *Q. cerris* L., *Q. polycarpa* Schur., *Tilia argentea* Desf. Et DC., *T. tomentosa* Mill., *Fraxinus excelsior* L., *Cornus mas* L., *Viburnum lantana* L., *Sorbus torminalis* (L.) Krantz., *Ligustrum vulgare* L., *Carex brizoides* L., *Campanula persicifolia* L., *Melissa transsilvanica* Schur., *Festuca sulcata* Hack. та іншими), які є на невисоких вулканічних горах, що височать серед рівнини (Юліївські гори), де займають південні сонячні схили.

Флороценографія букової рослинності (*Fagetophytum*) представлена фрагментарно (північні схили Чорної гори, Юліївські гори) і нараховує 74 (6,12%) ценоелементи. У її складі трапляються такі тіньюлюбні види: *Fagus sylvatica* L., *Dentaria bulbifera* L., *D. glandulosa* Waldst. Et Kit., *Galium odoratum* (L.) Moench, *Crocus heuffelianus* Herb. *Polygonatum verticillatum* (L.) All., *Lunaria rediviva* L., *Platanthera chlorantha* (Cust.) Reichb., *Millium effusum* L., *Hedera helix* L., *Asarum europaeum* L., *Ranunculus lanuginosus* L., *Circaea lutetiana* L., *Mercurialis perennis* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) Beauv., *Carex sylvatica* Huds. та інші.

Флороценографія лучної рослинності (*Pratophyton*) нараховує 220 ценоелементів, що складає 18,2% від загальної кількості видів. На території Закарпатської області у середині минулого століття лучна рослинність займала значні території, однак під впливом господарської діяльності та проведення меліоративних робіт їх площа значно скоротилася. За гідрологічним режимом ґрунтів та приуроченістю до різних ділянок рельєфу луки Закарпатської рівнини віднесені Г. І. Біликом [1] до суходільних та заплавних, а за походженням – до первинно-природних та вторинних.

Зважаючи на ценографічні зв'язки та екологічну приуроченість видів, у складі лучного флороценографічного комплексу виділено флороценографи: заплавнолучна (*Humidopratoophytum*) та суходольнолучна (*Mesopratoophytum*).

Заплавнолучна флороценографія (*Humidopratoophytum*) нараховує 92 ценоелементи (8,02% видового складу флори) і об'єднує види, які зростають на добре зволжених заплавних луках у розгалуженому руслі р. Тиси та її приток. Флороценографічний комплекс заплавнолучної рослинності представлений такими видами: *Agrostis canina* L., *Festuca rubra* L., *F. pratensis*

Huds., *Alopecurus pratensis* L., *Poa palustre* L., *Leucanthemum vulgare* Lam., *Plantago lanceolata* L., *Trifolium arvense* L., *Vicia cracca* L., *Galium verum* L., *Betonica officinalis* L., *Nardus stricta* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Prunella vulgaris* L., *Leontodon autumnalis* L., *Deshampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Potentilla reptans* L., *Taraxacum officinale* Web. Et Wigg., *Ranunculus acris* L. та іншими.

Суходольнолучна флороценовіта (*Mesopratoephytum*) нараховує 132 ценоелементи (10,92% від видового складу флори). Суходольні луки на території досліджуваного регіону становлять невеликі ділянки, оскільки більшість з них розорані і використовуються для сільськогосподарського виробництва. Найчастіше такі угруповання з переважанням в травостой *Agrostis gigantea* Roth, *Vulpia myuros* (L.) C. C. Gmel. До них домішуються *Bromus secalinus* L., *Poa compressa* L., *Anthemis arvensis* L., *Polygonum aviculare* L., *Cichorium intibus* L., *Rumex acetosella* L., *Plantago lanceolata* L. та інші.

Флороценотип лучно-степової рослинності (*Prato-Stepophyton*) нараховує 164 ценоелементи (13,56% видового складу флори). Сюди належать угруповання з переважанням *Festuca rupicola* Heuff., *Alopecurus pratensis* L., *Poa angustifolia* L., *Arrhenatherum elatius* (L.) J. et K. Presl. Серед костричників спостерігається ціла гама переходів від остепенно-лучних угруповань, де участь костриці незначна, до справжнього степу, де костриця переважає. У цих виявлено степові та лучно-степові види, серед яких: *Potentilla argentea* L., *Filipendula vulgaris* Moench., *Agrostis tenuis* Sibth., *Achillea millefolium* L., *A. pannonica* Scheele, *A. distans* Walds. et Kit., *Poa angustifolia* L., *Plantago lanceolata* L., *Veronica spicata* L., *Sedum acre* L., *Inula hirta* L., *Iris hungarica* Walds. Et Kit., *Anthemis subtinctoria* Dobroc., *Verbascum lichnitis* L., *Trifolium ochroleucon* Huds., *Onosma arenaria* L. та інші.

На кам'янистих схилах горбів та на залізничних насипах, серед суходольних сінокосів та пасовищ трапляються степові угруповання. Вони поширені на низьких вулканічних горах (схили Чорної гори, Березівські, Юлієвські, Косинські та Мужієвські горби). Степова флора тут представлена такими видами: *Anthericum ramosum* L., *Dorycnium herbaceum* Vill., *Chamaecytisus austriacus* (L.) Link, *Festuca rubra* L., *Inula hirta* L., *Lensifolia* L., *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Ph.ambiguum* Ten., *Asperula cynanchica* L., *Leopoldia comosa* (L.) Parl., *Trifolium ochroleucon* Huds., *Saxifraga bulbifera* L., *Anthemis subtinctoria* Dobroc., *Festuca rupicola* Heuff., *Iris germanica* L., *Crepis pannonica* (Jacq.) K. Koch та іншими.

Флороценоти ксероцхагарникової рослинності (*Xerothermophyton*) нараховують 32 ценоелементи (2,65% від загальної кількості видів). У його основі – угруповання степових чагарників, що зростають на кам'янистих, добре прогрітих сонячною радіацією схилах. Найчастотніше вони представлені на ріолітових вулканічних підвищеннях, займаючи південні та західні схили невисоких гір. Це угруповання *Prunus* L., *Rosa* L., *Cytisus* L., серед яких виявлено також *Stipa capillata* L., *Leopoldia comosa* (L.) Parl., *Iris germanica* L. та інші.

Флороценотип болотної рослинності (*Paludophyton*) нараховує 31 ценоелемент (2,56% від загальної кількості видів). У його складі види трав'янисто-осокових боліт: *Juncus effusus* L., *Scirpus sylvaticus* L., *Caltha palustris* L., *Cirsium rivulare* (Jacq.) Link, *Drosera rotundifolia* L., *Carex pilosa* Scop., *C.caespitosa* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Oxycoccus palustre* Pers., *Utricularia bremii* Heer., *Pinguicula vulgaris* L. На території досліджуваного регіону болота представлені дуже слабо, хоча в минулому вони були дуже поширені. Болота поступовими переходами пов'язані з болотистими луками, які займають знижені місця рівнини та представлені угрупованнями з домінуванням *Carex vulpina* L., *C. acuta* Good., *Glyceria maxima* (C.Hartm.) Holub, *G. fluitans* (L.) R. Br., *Scirpus sylvaticus* L., *Festuca pratensis* Huds., *Eriophorum polystachon* L., *Cirsium rivulare* (Jacq.) Link, *Deshampsia caespitosa* (L.) Beauv, *Molinia coreuleae* (L.) Moench, *Nardus stricta* L. та інших. Найбільші площі болотисті луки займають на заплавах р. Латориці [13].

Флороценотип гігро-гідрофільної (прибережно-водної) рослинності (*Hygro-Hydrophyton*) нараховує 129 ценоелементів (10,67% від видового складу флори). У складі флороценотипу виділяються прибережно-водна (*Hygrophytum*) та водна (*Hydrophytum*) флороценовіти.

Флороценовіта прибережно-водної рослинності (*Hydrophytum*) нараховує 79 ценоелементів (6,53% від усієї кількості видів) і утворена угрупованнями за участю

різноманітних видів роду *Salix* L., до яких домішуються *Rumex conglomeratus* Murr, *Tussilago farfara* L., *Stellaria palustris* Retz, *Spergularia rubra* (L.) J.PRESL, *Atriplex nitans* Schk., *Polygonum hydropiper* L., *Elatine hungarica* Moesz, *Veronica beccabunga* L., *Scirpus sylvaticus* L., *S. radicans* Schkuhr та інші.

Флороценовіта водної рослинності (*Hygrophytum*) нараховує 50 ценоелементів (4,13% від загальної кількості видів) і представлена *Batrachium aquatice* (L.) Dum., *Nymphaea alba* L., *Nuphar luteum* (L.) Sm., *Sagittaria sagittifolia* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Elodea canadensis* Michx., *Lemna minor* L., *L. gibba* L., *Stratiotes aloides* L., *Alisma gramineum* Lej. та іншими.

Флороценоотип синантропної рослинності (*Synantropophyton*) нараховує 285 ценоелементів (23,57% від загальної кількості видів), що свідчить про наростання антропогенного пресу в досліджуваному регіоні. До складу синантропофітону входять флороценовіти сегетальної (*Segetalophytum*) та рудеральної рослинності (*Ruderalophytum*).

Флороценовіта сегетальної рослинності (*Segetalophytum*) представлена видами, що виявлені на землях, які регулярно обробляються, і нараховує 132 ценоелементи (10,92% від загальної кількості видів). Сюди входять *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Centaurea cyanus* L., *Agropyron repens* L., *Convovulus arvensis* L., *Agrostemma githago* L., *Chenopodium album* L., *Consolida paniculata* (Host) Schur, *Fumaria officinalis* L., *Amaranthus hybridus* L., *Eruca sativa* Mill., *Sinapis alba* L., *Brassica campestris* L., *Neslea paniculata* (L.) Desv. та інші.

Флороценовіта рудеральної рослинності (*Ruderalophytum*) представлена 153 ценоелементами (12,65% від видового складу флори), що фіксуються на необроблюваних землях і є супутниками людської діяльності. Серед них *Ballota nigra* L., *Leonurus cardiaca* L., *Conium maculatum* L., *Artemisia vulgaris* L., *Gypsophilla paniculata* L., *Amaranthus crispus* (Lesp.et Thev) N. Terr, *Chenopodium album* L., *Ch. hybridum* L., *Atriplex nitens* Schk, *Sisymbrium orientale* L., *Erysimum repandum* L., *Barbarea verna* (Miller) Ascherson, *Lepidium ruderales* L. та інші.

Висновки

Результати проведеного аналізу еколого-ценотичної структури флори Закарпатської рівнини показали, що провідну роль у складі досліджуваної флори відіграють неморальнолісовий (з переважанням геліокверцетальної флороценовіти), лучний (з переважанням суходільнолучної флороценовіти) та лучно-степовий флороценоотипи.

Результати розподілу видів за основними флороценотичними групами відображають особливості основних генетичних типів рослинності, кліматичних, едафічних умов та рельєфу досліджуваної території.

1. Білик Г. І. Брадє Є. М., Гринь Ф. О. та ін. Лучна рослинність Притисенської низовини та гірськолісового поясу. *Рослинність Закарпатської області*. Київ: Видавництво Академії наук УРСР, 1954. С. 92–112.
2. Бучинський І. О., Волеваха М. М., Коржов В. О. Клімат Українських Карпат. Київ: Наукова думка, 1971. 172 с.
3. Вернандер Н. Б. и др. Почвы УССР. Харьков: Госсельхозиздат УССР, 1951. 314 с. Геоботаничне районування Української РСР. Київ: Наукова думка, 1977. 264 с.
4. Григора І. М., Соломаха В. А. Основи фітоценології. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 240 с.
5. Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Геоботаничне районування України та суміжних територій. *Укр. ботан. журн.* 2003. Т. 60, № 1. С. 6–17.
6. Дубовик О. Н., Клоков М. В., Краснова А. Н. Флористические историко-географические районы степной и лесостепной Украины. *Ботан. журн.*, 1975. Т. 60, № 8. С. 1092–1107.
7. Заверуха Б. В. Флора Вольно-Подолії та її генезис. Київ: Наукова думка, 1985. 192 с.
8. Камелин Р. В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Ленинград: Наука, 1973. 355 с.
9. Ліси Закарпаття. Сучасний стан, використання та охорона / Федурця І. Ю. та ін. Ужгород, 1997. 53 с.
10. Пригара О. В. Систематична структура флори Закарпатської рівнини. *Укр. ботан. журн.*, 1988. Т. 45, № 5. С. 26–29.
11. Природа Закарпатської області / під ред. К. І. Геренчука. Львів: Вища школа, 1981. 156 с.

12. Фельбаба-Клушина Л. М. Сучасний стан, тенденції змін та шляхи збереження й відтворення біорізноманіття рослинного покриву Закарпатської низовини. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія*. Вип. 25, 2009. С. 71–88.
13. Цысь П. Н. Область Вулканических Карпат и межгорных котловин. Область Закарпатской равнины. *Физико-географическое районирование Украинской ССР*. Киев: Изд-во Киев. ун-та, 1968. С. 629–637.
14. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Устименко П. М., Дубина Д. В. Синтаксономічна різноманітність лісової рослинності долини Тиси та її приток. *Укр. ботан. журн.* 2010. Т. 67, № 2. С. 187–198.
15. Mosyakin S., Fedoronchuk M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 346 p.

References

1. Bilyk H. I. Luchna roslynnist' Prytysens'koi nyzovyny ta hirs'kolisovoho poiasu. Bradis Ie. M., Bilyk H. I., Hryn' F. O. ta in. Roslynnist' Zakarpats'koi oblasti. Kyiv: Vydavnytstvo Akademii nauk URSR, 1954. S. 92–112 (in Ukrainian).
2. Buchyns'kyi I. O., Volevakh M. M., Korzhov V. O. Klimat Ukrain's'kykh Karpat. Kyiv: Naukova dumka, 1971. 172 s (in Ukrainian).
3. Vernander N. B. Pochvy USSR / Vernander N. B. i dr. Khar'kov: Gossel'khozizdat USSR, 1951. 314 s (in Russian).
4. Neobotanichne rayonuvannia Ukrain's'koi RSR. Kyiv: Naukova dumka, 1977. 264 s (in Ukrainian).
5. Hryhora I. M., Solomakha V. A. Osnovy fitotsenolohii. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 2000. 240 s (in Ukrainian).
6. Didukh Ya. P., Sheliakh-Sosonko Yu. R. Neobotanichne rayonuvannia Ukrainy ta sumizhnykh terytoriy. *Ukr. botan. zhurn.* 2003. Т. 60. No 1. S. 6–17 (in Ukrainian).
7. Dubovik O. N., Klovok M. V., Krasnova A. N. Floristicheskie istoriko-geograficheskie rayony stepnoy i lesostepnoy Ukrainy. *Botan. zhurn.*, 1975. Т. 60, No 8. S. 1092–1107 (in Russian).
8. Zaverukha B. V. Flora Volyno-Podolii i ee genezis. Kiev: Naukova dumka, 1985. 192 s (in Russian).
9. Kamelin R. V. Florogeneticheskiy analiz estestvennoy flory gornoy Sredney Azii. Leningrad: Nauka, 1973. 355 s (in Russian).
10. Lisy Zakarpattia. Suchasnyy stan, vykorystannia ta okhorona / Fedurtsia I. Yu. ta in. Uzhhorod, 1997. 53 s (in Ukrainian).
11. Pryhara O. V. Systematychna struktura flory Zakarpats'koi rivnyny. *Ukr. botan. zhurn.*, 1988. Т. 45, No 5. S. 26–29 (in Ukrainian).
12. Pryroda Zakarpats'koi oblasti / pid red. K. I. Herenchuka. L'viv: Vysha shkola, 1981. 156 s (in Ukrainian).
13. Fel'baба-Klushyna L. M. Suchasnyy stan, tendentsii zmin ta shliakhy zberezhenia y vidtvorennia bioriznomanittia roslynnoho pokryvu Zakarpats'koi nyzovyny. *Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho universytetu. Seriya Biolohiia*. Vyp. 25, 2009. S. 71–88 (in Ukrainian).
14. Tsys' P. N. Oblast' Vulkanicheskikh Karpat i mezhgornnykh kotlovin. Oblast' Zakarpatskoy ravniny. *Fiziko-geograficheskoe rayonirovanie Ukrain's'koy SSR*. Kiev: Izd-vo Kiev. un-ta, 1968. S. 629–637 (in Russian).
15. Sheliakh-Sosonko Yu. R., Ustymenko P. M., Dubyna D. V. Syntaksonomichna riznomanitnist' lisovoi roslynnosti dolyny Tysy ta ii prytok. *Ukr. botan. zhurn.* 2010. Т. 67, No 2. S. 187–198 (in Ukrainian).
16. Mosyakin S., Fedoronchuk M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kiev, 1999. 346 p.

O. V. Pryhara

Uzhhorod National University, Ukraine

ECOLOGICAL AND COENOTIC STRUCTURE OF FLORA OF THE TRANSCARPATHIAN PLAINS

The Transcarpathian plain is the northeastern part of the large Middle Danube lowland in the Transcarpathian region. The length of the plain is 80–90 km, the width is 22–23 km, the height is 102–120 m asl. Within the Transcarpathian plain stands out the Berehiv hills, represented by single volcanic mountains of 300–500 m altitude (Black Mountain – 568 m asl, Shalanka – 372 m asl. and other).

The Transcarpathian plain is located mainly on the right bank of the Tisza River. Soil-forming rocks are mostly acidic. The climate of the Transcarpathian plain is humid, temperate and continental.

The spontaneous flora of the Transcarpathian plain consists of 1209 species of higher vascular plants. Depending on the ecological and coenotic affiliation of flora species to the main zonal vegetation types, seven florocoenotypes were identified in the territory of the studied region: 1) Immoral (*Nemoralophyton*) – 375 coenoelements (33.33% of the total number of species). In the composition of the *Nemoralophyton* the florocoenoses are distinguished: a) oak-hornbeam

(*Querceto-carpinetophytum*) – 130 coenoelements (10.75%); b) helio-quercetal (*Quercetophytum*) – 171 coenoelements (14.14%); c) fagetal (*Fagetophytum*) – 74 coenoelements (6.12%); 2) Meadow (*Pratophyton*) – 220 coenoelements (18.2%). As a part of the *Pratophyton* the florencoenosvites are: a) flood-meadow (*Humidopratoophytum*) – 92 coenoelements (8.02%); b) land-meadow (*Mesopratoophytum*) – 132 coenoelements (10.92%); 3) Meadow-steppe (*Prato-Steppophyton*) – 164 coenoelements (13.56%); 4) Xerothermic shrub (*Xerothermophyton*) – 32 coenoelements (2.65%); 5) Marsh (*Paludophyton*) – 31 coenoelements (2.56%); 6) Hygro-hydrophilic (*Hygro-Hydrophyton*) – 129 coenoelements (10.67%). As a part of the *Hygro-Hydrophyton* the florencoenosvites are: a) coastal-water (*Hygrophyton*) – 79 coenoelements (6.53%); b) aqueous (*Hygrophyton*) – 50 coenoelements (4.13%); 7) Synanthropic (*Synantropophyton*) – 285 coenoelements (23.57%). In the composition of the *Synantropophyton* the florencoenosvites are as follows: a) vegetative vegetation (*Segetalophytum*) – 132 coenoelements (10.92%) and b) ruderal vegetation (*Ruderalophytum*) – 153 coenoelements (12.65%).

The results of the analysis of the ecological-coenotic structure of the flora of the Transcarpathian plain showed that the leading position is occupied by species of the immoral florencoenotype (*Nemoralophyton*) (with the predominance of the helio-quercetal florencoenosvita (*Quercetophytum*); meadow (*Pratophyton*) (with the predominance of land-meadow florencoenosvita (*Mesopratoophytum*) and meadow-steppe (*Prato-Steppophyton*) florencoenotypes.

The distribution of species by major ecological-coenotic groups reflect the features of the main genetic types of vegetation, climatic, edaphic conditions and terrain of the territory under study.

Key words: Transcarpathian plain, flora, coenoelement, florencoenotype, florencoenosvita.

Надійшла 22.08.2019.

ЗООЛОГІЯ

УДК 595.132:625.734.3(477.51-25)

doi: 10.25128/2078-2357.19.3.2

Т. М. ЖИЛІНА, В. Л. ШЕВЧЕНКО

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
вул. Г. Полуботка, 53, Чернігів, Україна
e-mail: zhylinat@ukr.net

УГРУПОВАННЯ ПІДСТИЛКОВИХ НЕМАТОД ЛІСІВ МЕЗИНСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Стаття присвячена вивченню таксономічної структури угруповань нематод та рівня їх чисельності в підстилці лісів Мезинського національного природного парку. Виявлено 46 видів нематод, які належать до 36 родів, 21 родин та 10 рядів. За видовим багатством переважають ряди: Tylenchida (21,74% від загальної кількості видів), Plectida (19,57%), Rhabditida (19,57%), Dorylaimida (17,39%); за чисельністю – представники ряду Plectida (43,15% від загального числа виявлених особин).

Ключові слова: угруповання нематод, лісова підстилка, таксономічна структура, Мезинський національний природний парк.

Серед ґрунтових безхребетних традиційно виділяють групу підстилкових видів. Це пов'язано з тим, що підстилка розглядається вченими як окремий біогеогоризонт, який характеризується власним тваринним населенням, зокрема і фауною нематод. Дослідники підкреслюють, що нематоди спричиняють лише опосередкований вплив на руйнування рослинної мортмаси, оскільки не здатні до травлення клітинних стінок. Але вони досить ефективно контролюють видовий склад мікрофлори та змінюють співвідношення чисельності окремих популяцій мікроорганізмів і найпростіших [5, 7].

У нашій країні нематоди лісової підстилки вивчені недостатньо. Є лише окремі публікації з фауни нематод підстилки грабових дібров верхів'я Дністра, соснових лісів РЛП «Міжріччинський» та лісів природно-заповідних територій у Новгород-Сіверському Поліссі [2, 3, 4, 8].

Метою дослідження було проаналізувати таксономічну структуру комплексу нематод підстилки та рівень їхньої чисельності в лісових екосистемах Мезинського національного природного парку.

Матеріал і методи досліджень

Територія Мезинського національного природного парку відноситься до Новгород-Сіверського Полісся, Новгород-Сіверського фізико-географічного району та простягається вздовж правого берега р. Десна. Переважаючим типом рослинності є лісовий (лісистість становить 43%), у лісах добре розвинуті яруси підліску та травостою.

Зразки підстилки зібрані у 2008–2010 та 2014 роках (червень – липень) у 21 лісовій екосистемі МНПП.

Виділення нематод проводили загальноновизнаним лійковим методом Бермана з наважки 5 г. Експозиція становила 48 год., після чого нематод фіксували ТАФом (триетаноламін+формалін+вода у співвідношенні 2:7:91). Тимчасові мікропрепарати

виготовляли за методикою Кир'янової [1]. Визначення видового складу нематод проводили за допомогою вітчизняних та іноземних визначників, використовували біологічний мікроскоп Delta Optical Genetic Pro. Таксономічна структура нематод наведена у відповідності до «Freshwater nematodes: ecology and taxonomy» [9], але в ранзі ряду залишили таксон Tylenchida.

Для характеристики структури нематодофауни визначали частку участі кожного ряду (родини) в складі фауни як відношення (%) кількості особин даного ряду (родини) до загальної кількості нематод [6].

Результати досліджень та їх обговорення

Загальний список нематод, виявлених у підстилці лісових екосистем Мезинського національного природного парку, нараховує 46 видів. Це представники 36 родів, 21 родини та 10 рядів (таблиця 1).

Таблиця 1

Таксономічна структура комплексу нематод підстилки у лісових екосистемах Мезинського національного природного парку

№ з/п	Назва таксону	Кількість особин у 100 г	Частка участі, %
Ряд Enoplida Filipjev, 1929			
Родина Alaimidae Micoletzky, 1922		2	0,05
1	<i>Alaimus primitivus</i> de Man, 1880	2	0,05
Ряд Triplonchida Cobb, 1920			
Родина Prismatolaimidae Micoletzky, 1922		46	1,09
2	<i>Prismatolaimus intermedius</i> Bütschli, 1873	46	1,09
Ряд Dorylaimida Pearse, 1942			
Родина Belondiridae Thorne, 1939		6	0,13
3	<i>Dorylaimellus</i> sp.	6	0,13
Родина Aporcelaimidae Heyns, 1965		51	1,2
4	<i>Aporcelaimellus obtusicaudatus</i> (Bastian, 1865) Heyns, 1965	51	1,2
Родина Dorylaimidae de Man, 1876		585	13,74
5	<i>Mesodorylaimus bastiani</i> Bütschli, 1873	585	13,74
Родина Qudsianematidae (Jairajpuri, 1965) Siddiqi, 1969		62	1,46
6	<i>Eudorylaimus arcus</i> (Thorne et Swanger, 1936) Andrassy, 1959	3	0,07
7	<i>Eudorylaimus carteri</i> (Bastian, 1865) Andrassy, 1959	53	1,25
8	<i>Eudorylaimus pratensis</i> (de Man, 1880) Andrassy, 1959	6	0,14
Родина Tylencholaimidae Filipjev, 1934		20	0,48
9	<i>Tylencholaimus mirabilis</i> (Bütschli, 1873) de Man, 1876	11	0,27
10	<i>Tylencholaimus teres</i> Thorne, 1939	9	0,21
Ряд Araeolaimida De Coninck et Sch. Stekhoven, 1933			
Родина Rhabdolaimidae, Chitwood, 1951		10	0,25
11	<i>Rhabdolaimus terrestris</i> de Man, 1880	10	0,25
Родина Diplopeltidae Filipjev, 1918		2	0,04
12	<i>Cylindrolaimus communis</i> de Man, 1880	2	0,04
Ряд Mononchida Jairajpuri, 1969			
Родина Mononchidae Chitwood, 1937		84	1,97
13	<i>Prionchulus muscorum</i> Dujardin, 1845	13	0,3
14	<i>Clarcus papillatus</i> (Bastian, 1865) Jairajpuri, 1970	71	1,67
Ряд Monhysterida De Coninck et Sch. Stekhoven, 1933			
Родина Monhysteridae de Man, 1876		115	2,69
15	<i>Geomonhystera villosa</i> Bütschli, 1873	96	2,25
16	<i>Eumonhystera vulgaris</i> de Man, 1880	19	0,44
Ряд Plectida Malakhov, 1982			
Родина Plectidae Örley, 1880		1837	43,16
17	<i>Anaplectus granulatus</i> (Bastian, 1865) De Coninck et Sch. Stekhoven, 1933	35	0,83

Продовження таблиці			
18	<i>Plectus parietinus</i> Bastian, 1865	411	9,65
19	<i>Plectus rhizophilus</i> (De Man, 1880) Paramonov, 1964	73	1,71
20	<i>Plectus cirratus</i> Bastian, 1865	1028	24,13
21	<i>Proteroplectus parvus</i> (Bastian, 1865) Paramonov, 1964	169	3,97
22	<i>Plectus assimilis</i> Bütschli, 1873	11	0,27
23	<i>Plectus armatus</i> Bütschli, 1873	7	0,17
24	<i>Wilsonema otophorum</i> (de Man, 1880) Cobb, 1913	9	0,22
25	<i>Tylocephalus auriculatus</i> (Bütschli, 1873) Anderson, 1966	94	2,21
Ряд Rhabditida Chitwood, 1933			
Родина Cephalobidae Filipjev, 1934		118	2,79
26	<i>Cephalobus persegnis</i> Bastian, 1865	70	1,64
27	<i>Eucephalobus oxyuroides</i> (de Man, 1880) Steiner, 1936	12	0,28
28	<i>Eucephalobus mucronatus</i> (Kozłowska et Roguska-Wasilewska, 1963) Andrassy, 1967	23	0,55
29	<i>Acrobeloides bütschlii</i> (de Man, 1884) Steiner et Buhner, 1933	4	0,1
30	<i>Cervidellus cervus</i> Thorne, 1925	7	0,17
31	<i>Chiloplacus symmetricus</i> (Thorne, 1925) Thorne, 1937	2	0,05
Родина Panagrolaimidae Thorne, 1937		348	8,17
32	<i>Panagrolaimus rigidus</i> (Schneider, 1866) Thorne, 1937	348	8,17
Родина Mesorhabditidae Andrassy, 1976		233	5,48
33	<i>Mesorhabditis monhystera</i> (Bütschli, 1873) Dougherty, 1955	164	3,85
34	<i>Mesorhabditis</i> sp.	69	1,63
Ряд Teratocephalida (Andrassy, 1958) Goodey, 1963			
Родина Teratocephalidae Andrassy, 1958		10	0,24
35	<i>Euteratocephalus crassidens</i> (de Man, 1880) Andrassy, 1958	8	0,2
36	<i>Teratocephalus terrestris</i> (Bütschli, 1873) de Man, 1876	2	0,04
Ряд Tylenchida Thorne, 1949			
Родина Paraphelenchidae Goodey, 1961		35	0,83
37	<i>Paraphelenchus pseudoparietinus</i> (Micoletzky, 1922) Micoletzky, 1925	35	0,83
Родина Aphelenchoididae Skarbilovich, 1947		383	8,99
38	<i>Aphelenchoides composticola</i> Franklin, 1957	383	8,99
Родина Tylenchidae Oerley, 1880		252	5,91
39	<i>Aglenchus agricola</i> (de Man, 1921) Andrassy, 1954	58	1,37
40	<i>Filenchus filiformis</i> (Bütschli, 1873) Andrassy, 1954	12	0,28
41	<i>Lelenchus cynodontus</i> Husain & Khan, 1967	9	0,2
42	<i>Tylenchus davainei</i> Bastian, 1865	21	0,5
43	<i>Tylenchus</i> spp.	152	3,56
Родина Paratylenchidae Thorne, 1949		8	0,2
44	<i>Gracilacus audriellus</i> Brown, 1959	5	0,12
45	<i>Paratylenchus nanus</i> Cobb, 1923	3	0,08
Родина Anguinidae Nicoll, 1935		49	1,15
46	<i>Ditylenchus</i> sp.	49	1,15
Разом		4256	100

Щільність нематод становила 4256 особин у 100 г субстрату. У різних зразках цей показник був дуже варіабельним: від 220 до 11920 особин.

Ядро фауни становлять чотири ряди: Tylenchida (10 видів), Plectida (9 видів), Rhabditida (9 видів), Dorylaimida (8 видів), що становить 21,74%, 19,57%, 19,57% та 17,39% відповідно. Ряди Enoplida, Triplonchida, Araeolaimida, Mononchida, Monhysterida та Teratocephalida нараховують від 2 до 1 видів (4,35–2,17% від загальної кількості виявлених видів).

Чисельна участь кожного з цих чотирьох рядів у складі фауни інша. За кількістю особин переважають представники ряду Plectida, їхня частка участі суттєва і становить 43,15%. Представництво інших трьох рядів в угрупованнях приблизно у 2,5 рази менше, а саме: Tylenchida – 17,07%, Dorylaimida – 17,01% та Rhabditida – 16,44%.

Частка участі рядів Monhysterida, Mononchida та Triplonchida в загальній чисельності нематод у пробах лісової підстилки коливається від 2,69 до 1,09%. Чисельність Enorplida, Araeolaimida та Teratosephalida не перевищує 1%.

Отже, як за чисельністю, так і за видовим складом переважають представники чотирьох рядів нематод, а саме: Tylenchida, Plectida, Rhabditida, Dorylaimida.

До провідних родин за видовою різноманітністю належать три: Plectidae (9 видів), Cephalobidae (6 видів), Tylenchidae (5 видів) (таблиця 1). Більшість родин (11) містять по 1 виду; шість родини – по 2 види, родина Qudsianematidae – 3 види.

Родина Plectidae не тільки виділяється за різноманітністю, але і є найбільш чисельною (43,15%). Це збігається з результатами інших дослідників, які вказують на переважання за чисельністю видів роду Plectus в угрупованнях нематод з підстилки [2].

Родина Dorylaimidae за чисельністю представників знаходиться на другому місці (13,74%), хоча репрезентована тільки одним видом. На третьому місці – родини Aphelenchoididae та Panagrolaimidae з часткою участі в загальній чисельності 8,99% та 8,17% відповідно. Дещо менша чисельність представників родин Tylenchidae та Mesorhabditidae (5,90% та 5,48% відповідно). Ще сім родин мають представництво від 2,79% до 1,09%, а вісім родин – до 1%.

Тобто тільки 6 родин є достатньо чисельними у пробах лісової підстилки, тоді як інші 15 родин мають незначну чисельність.

Висновки

1. Нематодофауна підстилки лісових екосистем Мезинського національного природного парку нараховує 46 видів, які належать до 10 рядів, 21 родин, 36 родів.
2. Ядро угруповань підстилкових нематод складають 4 ряди: Tylenchida (21,74% від загальної кількості видів), Plectida (19,57%), Rhabditida (19,57%), Dorylaimida (17,39%), до яких належить більше половини всіх виявлених видів – 36 або 78,26%.
3. Середня щільність нематод становила 4256 особин/100 г підстилки. Суттєвою є частка участі в угрупованнях підстилкових нематод представників ряду Plectida – 43,15%. Представництво інших трьох рядів приблизно в 2,5 рази нижче.
4. У підстилці лісових екосистем МНПП представники родини Plectidae домінують як за видовим багатством, так і за кількістю особин.

1. Кирьянова Е. С. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними: в 2 т. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 443 с.
2. Козловский Н. П. Нематодные комплексы грабовых дубрав верховья бассейна Днестра : автореф. дис. ... канд. биол. наук : Днепропетровск, 1988. 16 с.
3. Козловский Н. П. Экологические группировки почвенных нематод в широколиственных лесах. *Экология и фауна почвенных беспозвоночных Западного Вольно-Подолья*. К.: Наукова думка, 2003. С. 318–354.
4. Лукаш О. В., Шевченко В. Л. Характеристика фауны грунтовых нематод лісових екосистем Новгород-Сіверського Полісся. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 20, Біологія*. Київ, 2011. Вип. 3. С. 119–125.
5. Рагустис А. Д. Микроорганизмы подстилок хвойных и лиственных насаждений Литвы. *Роль подстилки в лесных биогеоценозах*. М.: Наука, 1983. С. 169–170.
6. Соловьева Г. И. Экология почвенных нематод. Л.: Наука, 1986. 247 с.
7. Чорнобай Ю. М. Трансформація рослинного детриту в природних екосистемах. Львів: ДПМ НАН України, 2000. С. 110–118.
8. Шевченко В. Л. Нематоди підстилки соснових лісів регіонального ландшафтного парку «Міжрічинський». *Зоологічна наука у сучасному суспільстві*: матеріали всеукр. наук. конф., присвяч. 175-річчю заснування каф. зоології (Київ, 15–18 вересня 2009 р.). Київ, 2009. С. 504–506.
9. Freshwater nematodes: ecology and taxonomy / Eds. E. Abebe, I. Andrassy, W. Truanspurger. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Cambridge, MA, USA : CABI Pub., 2006. P. 13–30.

References

1. Kir'ianova E. S. Paraziticheskie nematody rasteniy i mery bor'by s nimi: v 2 t. L.: Nauka, 1969. T. 1. 443 s (in Russian).
2. Kozlovskiy N. P. Nematodnye komplekсы grabovykh dubrav verkhov'ia basseyna Dnestra : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk : Dnepropetrovsk, 1988. 16 s (in Russian).
3. Kozlovskiy N. P. Ekologicheskie gruppировки pochvennykh nematod v shirokolistvennykh lesakh. Ekologiya i fauna pochvennykh bespozvonochnykh Zapadnogo Volyno-Podol'ia. K.: Naukova dumka, 2003. S. 318–354 (in Russian).
4. Lukash O. V., Shevchenko V. L. Kharakterystyka fauny gruntovykh nematod lisovykh ekosystem Novhorod-Sivers'koho Polissia. Naukovyy chasopys Natsional'noho pedahohichnogo universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriya 20, Biologiya. Kyiv, 2011. Vyp. 3. S. 119–125 (in Ukrainian).
5. Ragustis A. D. Mikroorganizmy podstilok khvoynykh i listvennykh nasazhdeniy Litvy. Rol' podstilki v lesnykh biogeotsenozakh. M.: Nauka, 1983. S. 169–170 (in Russian).
6. Colov'eva G. I. Ekologiya pochvennykh nematod. L.: Nauka, 1986. 247 s (in Russian).
7. Chornobay Yu. M. Transformatsiya roslinnoho detrytu v pryrodnykh ekosystemakh. L'viv: DPM NAN Ukrainy, 2000. S. 110–118 (in Ukrainian).
8. Shevchenko V. L. Nematody pidstylky sosnovykh lisiv rehional'noho landshaftnogo parku «Mizhrichyns'kyy». Zoolohichna nauka u suchasnomu suspil'stvi : materialy vseukr. nauk. konf., prysviach. 175-richchiu zasnuvannia kaf. zoologii (Kyiv, 15–18 veresnia 2009 r.). Kyiv, 2009. S. 504–506 (in Ukrainian).
9. Freshwater nematodes: ecology and taxonomy / Eds. E. Abebe, I. Andrásy, W. Truanspurger. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Cambridge, MA, USA : CABI Pub., 2006. P. 13–30.

T. M. Zhylina, V. L. Shevchenko

Taras Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», Ukraine

LITTER NEMATODE COMMUNITIES IN THE FOREST OF MEZIN NATIONAL NATURE PARK

The taxonomic structure of the nematodes and the thickness in the forest litter of the Mezin National Nature Park were studied. Samples were collected during 2008-2010 and 2014 (June – July) in 21 forest ecosystems. Nematodes were extracted by a modified Baermann's method from the sample of 5 g. The exposition time was 48 h. Extracted nematodes were fixed in the triethanolamine–formalin (TAF, 2 % triethanolamine, 7 % formaldehyde solution, 91 % water), and mounted on the temporary hydroglyceric slides.

To describe the taxonomic structure of nematode communities we calculated the proportion of each order (family) in the community as the ratio (in %) of the individuals of each order (family) to the total number of nematodes.

46 nematode species belonging to 36 genera, 21 families and 10 orders were identified. The average number of nematodes was 4256 per 100 g of substrate. The number of nematodes varied from 220 to 11920 specimens per 100 g in separate samples.

Most of the identified species (78.26 %) belong to the four orders: Tylenchida (10 species), Plectida (9 species), Rhabditida (9 species), Dorylaimida (8 species) or 21.74 %, 19.57 %, 19.57 % and 17.39 % of the species composition, respectively. The orders of Enoplida, Triplonchida, Araeolaimida, Mononchida, Monhysterida and Teratocephalida are represented by 1 to 2 species (4.35 – 2.17 % of the total number of identified species).

In terms of quantitative representation, species of Plectida are dominant (proportion in the community 43.15 %). This proportion was 2.5 times higher than the number of representatives of Tylenchida (17.07 %), Dorylaimida (17.01 %) and Rhabditida (16.44 %).

Comparatively, the largest number of species found belong to the families Plectidae (9 species), Cephalobidae (6 species), and Tylenchidae (5 species).

Only six nematode families were represented in the forest litter samples, namely: Plectidae (with proportion in the community 43.15 %), Dorylaimidae (with proportion in the community 13.74 %), Aphelenchoididae (with 8.99 %), Panagrolaimidae (with 8.17 %), Tylenchidae (with 5.90 %), Mesorhabditidae (with 5.48 %).

Key words: nematode communities, forest litter, taxonomic structure, Mezynskiy National Nature Park.

Надійшла 07.08.2019.

Я. І. КАПЕЛЮХ, О. Б. ХОДИНЬ, А. І. КАПУСТИНСЬКИЙ, І. П. ДОБРИВОДА

Природний заповідник «Медобори»

вул. Міцкевича, 21, смт. Гримайлів, Гусятинський район, Тернопільська область, 48210

e-mail: medobory@gus.tr.ukrtel.net

РАРИТЕТНІ ВИДИ ФАУНИ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МЕДОБОРИ»

У статті наведено інформацію про природні особливості території природного заповідника «Медобори» та їхнє історичне значення у формуванні біотичного різноманіття Західного регіону України. Оцінено сучасний стан вивчення тваринного світу його території та вказано, яке значення вона має для збереження регіональної фауни. Проведено детальний аналіз міжнародних охоронних списків, чинних на території України, а також видів тварин із Червоної книги України (третє видання). У результаті проведеного аналізу встановлено, що особливій охороні на території заповідника підлягають 41 вид ссавців, 187 – птахів, 18 – земноводних і плазунів, 4 – риб, 30 – членистоногих, 1 вид молюсків. Усього в міжнародних охоронних списках налічується 281 вид тварин, що становить 11% від достовірно встановленого на цей час видового багатства фауни заповідної території, яка включає 2566 видів. На заповідній території охороняється більше ніж 63% від встановленого видового багатства фауни хребетних, або – 251 вид із 396 відомих.

Ключові слова: природний заповідник, раритетні види тварин, Товтри.

Товтрове пасмо – надзвичайно цікаве геолого-морфологічне утворення в рельєфі Волино-Поділля. Історично – це підводний риф, сформований у прибережній зоні давнього Сарматського моря 15–18 млн. років тому. Орографічно, у сучасному рельєфі, воно чітко виражене на поверхні у вигляді вузького (шириною 3–5 км) дугоподібного ланцюга невисоких горбів загальною довжиною 280 км [7].

Найкраще Товтрове пасмо виражене в серединній його частині (від м. Скалат Тернопільської області до м. Кам'янець-Подільський на Хмельниччині, де абсолютні висоти досягають 413 м н.р.м. (г. Бохит) і більше. Із західної сторони воно має вигляд невисоких гір.

Саме тут, на відтинку приблизно 40 км (від с. Городниця Підволочиського району до с. Личківці Гусятинського району на Тернопільщині), заходиться територія природного заповідника «Медобори», утвореного 8 лютого 1990 року [7].

Товтрове пасмо вкрите мозаїкою лісових, степових, лучно-степових та лучних угруповань, які чергуються залежно від умов їх формування, часто утворюючи складні формації. Знаходячись у басейні р. Збруч, пасмо історично відіграє роль одного з головних шляхів міграції понтійських видів фауни з басейну Дністра в північному напрямку до Центральної, Східної та Західної Європи [7].

Для багатьох видів тварин старовікові природні лісові угруповання на найбільш збереженій території Товтровою пасма – Медоборах є рефугіумом, де реліктові види локально збереглися під час останнього зледеніння [7].

Велике біорізноманіття цієї території пов'язане з гетерогенністю природних умов, яка обумовлена тривалим історичним періодом господарського освоєння придатних для сільськогосподарського використання пологих схилів. Це спричинило майже повне знищення лісів, степових, лучно-степових, лучних та болотних біоценозів по обидва боки Товтровою пасма. Нерозораними залишилися лише непридатні для ріллі круті схили, але й вони зазнали значного антропогенного впливу внаслідок викошування трави та випасання тварин. Незважаючи на це, нерозорані, хоч і трансформовані ділянки стали прихистком для великої кількості аборигенних видів флори й фауни, залишаючись єдиним місцем їх виживання.

Зважаючи на велике різноманіття та високу чисельність рідкісних, ендемічних і реліктових видів рослин і тварин, починаючи з середини вісімнадцятого сторіччя Медобори

привертали до себе увагу великої кількості дослідників. Найдавніші дані про фауну території Західного Поділля належать А. Вержейському (Wierzejski, 1867). Працювали тут М. Ломницький (Lomnicki, 1870, 1877) та М. Новицький (Nowicki, 1868), А. Вержейський і Е. Незабітовський (Wierzejski, 1868, 1874; Niezabitowski, 1899).

У середині ХХ ст. з'являються дані про комах цієї території в працях В. Лазорко (1967). Знахідки раритетних видів та збереженість їх місць проживання лише посилювали інтерес науковців до цієї території, який не згасає й до тепер. Саме це й стало причиною систематичних досліджень у другій половині двадцятого сторіччя, коли визріла та знайшла наукове обґрунтування думка про необхідність створення на найбільш збереженій частині Товтр природного заповідника «Медобори», покликаною зберігати та вивчати наявне тут біорізноманіття. Після його створення вивчення фауни знову активізується.

Матеріал і методи досліджень

Упродовж майже тридцятилітнього періоду існування заповідника було досить детально досліджено окремі групи фауни цієї заповідної території [7]. Це стосується насамперед багатьох груп безхребетних тварин. Працівниками наукового відділу заповідника проведено велику роботу щодо вивчення хребетних тварин, а також зібрано велику ентомологічну колекцію. Розпочато вивчення особливостей тваринних угруповань. На сьогодні на території та у найближчих околицях заповідника виявлено 1 вид прісноводних губок, 79 видів моллюсків, 32 – багатоніжок, 2170 – комах, 15 видів риб, 11 – земноводних, 7 – плазунів, 197 – птахів, 55 – ссавців [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Цінність кожної природоохоронної території прямо залежить від багатства рослинного і тваринного світу. Результати досліджень указують на досить важливе значення заповідної, хоч і невеликої за площею, території для збереження регіональної фауни. Нижче наведено співвідношення видового складу тварин Тернопільщини [8] до відомих на сьогодні на території заповідника (табл. 1).

Таблиця 1

Співвідношення кількості видового складу тварин Тернопільщини та природного заповідника «Медобори»

	Тернопільська обл.	Природний заповідник «Медобори»	% до регіону
Риби	45	15	33,3
Земноводні	11	11	100
Плазуни	10	7	70
Птахи	283	197	70
Ссавці	62	55	89

Наведені дані наочно підтверджують важливість заповідної території для збереження регіональної фауни, адже тут знаходиться 100% фауни земноводних, 89% від всіх ссавців Тернопільщини та по 70% плазунів і птахів. Незважаючи на невелику площу води, на його території виявлено 33,3% регіональної фауни риб.

Особливу цінність заповідної території становлять види, які з різних причин опинилися на межі зникнення. У таблицях 2, 3, 4, 5, 6 наведено перелік усіх відомих на сьогодні тварин заповідника «Медобори», які знаходяться в міжнародних охоронних списках та в Червоній книзі України (третє видання), за винятком категорій видів Бухарестської конвенції. Наведено лише види, які зазначені в природоохоронних документах та яким присвоєну певну категорію. У таблицях використано такі скорочення:

МСОП – Червоний список Міжнародного союзу охорони природи;

ЄС – статус видів згідно європейських червоних списків. Для ссавців – за The Status and Distribution of European Mammals (2007), птахів – за Birds in Europe (2004), плазунів – за European Red List of Reptiles (2009), амфібій – за European Red List of Amphibians (2009). Для

груп, по яких нові списки ще не завершено або взагалі не існують (напр., риби, безхребетні), наведено старі категорії за списком 1991 р. (European Red List., 1991);

БЕ – Бернська конвенція («2» – Додаток II, «3» – Додаток III);

БО – Бонська конвенція («1» – Додаток I, «2» – Додаток II); види, які мають позначки *, додатково охороняються самостійними угодами EUROBATS, AEWА, ACCOVAMS;

ВА – Вашингтонська конвенція, CITES («1» – Додаток I, «2» – Додаток II);

ЧУ – Червона книга України (2009): «ЗН» – зниклий; «ЗП» – зниклий у природі; «ЗК» – зникаючий; «ВР» – вразливий; «РД» – рідкісний; «НО» – неоцінений; «НВ» – недостатньо відомий [9].

Українські назви тварин подано відповідно до списку, затвердженого комісією із зоологічної термінології Інституту зоології ім. І. І. Шмальгаузена НАН України.

Латинські назви ссавців у переліку наведено за III виданням «Mammal species of the world» (2005).

Результати досліджень та їх обговорення

Ссавці

У сучасній фауні ссавців України налічують близько 130 видів (без урахування свійських тварин та людини) 28 родин, які належать до 9 рядів. З них 95 видів мають охоронні категорії відповідно до хоча б одного списку. У заповіднику на цей час відомо 55 видів [5, 6, 7]. Детальніше подано у таблиці 2.

Таблиця 2

Види ссавців природного заповідника «Медобори», внесені в міжнародні переліки охоронюваних видів

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
<i>MAMMALIA</i>	ССАВЦІ						
<i>SORICOMORPHA</i>	МИШОПОДІБНІ						
<i>Crocidura leucodon</i> (Hermann, 1780)	Білозубка білочерева	-	-	3	-	-	Нв
<i>Crocidura suaveolens</i> (Pallas, 1811)	Білозубка мала	-	-	3	-	-	-
<i>Sorex caecutines</i> (Laxmann, 1788)	Мідиця середня	-	-	3	-	-	-
<i>Sorex minutus</i> (Linnaeus, 1766)	Мідиця мала	-	-	3	-	-	-
<i>CHIROPTERA</i>	РУКОКРИЛІ						
<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	Широковух європейський	NT	VU	2	2*	-	Зк
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	Лилик пізній	-	-	2	2*	-	Вр
<i>Myotis brandtii</i> (Eversmann, 1845)	Нічниця північна	-	-	2	2*	-	Рк
<i>Myotis nattereri</i> (Heinrich Kuhl, 1817)	Нічниця війчаста	-	-	2	2*	-	Рк
<i>Myotis bechsteinii</i> (Heinrich Kuhl, 1817)	Нічниця довговуха	NT	VU	2	2*	-	Вр
<i>Myotis dasycneme</i> (Boie, 1825)	Нічниця ставкова	NT	NT	2	2*	-	Вр
<i>Myotis daubentonii</i> (Kuhl, 1817)	Нічниця водяна	-	-	2	2*	-	Вр
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	Нічниця велика	-	-	2	2*	-	Вр
<i>Myotis mystacinus</i> (Kuhl 1817)	Нічниця вусата	-	-	2	2*	-	Вр
<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl 1817)	Вечірниця мала	-	-	2	2*	-	Рк
<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	Вечірниця руда	-	-	2	2*	-	Вр
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl 1817)	Нетопир білосмугий	-	-	2	2*	-	Вр
<i>Pipistrellus nathusii</i> (Keyserling & Blasius, 1839)	Нетопир лісовий	-	-	2	2*	-	Но
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	Нетопир карлик	-	-	3	2*	-	Вр
<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	Нетопир пігмей	-	-	2	2*	-	Но
<i>Plecotus auritus</i> (Linnaeus, 1758)	Вухань бурий	-	-	2	2*	-	Вр
<i>Plecotus austriacus</i> (J.B. Fischer, 1829)	Вухань сірий	-	-	2	2*	-	Рк

ЗООЛОГІЯ

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	Підковоніс малий	-	NT	2	2*	-	Вр
<i>Vespertilio murinus</i> (Linnaeus, 1758)	Лилик двоколірний	-	-	2	2*	-	Вр
LAGOMORPHA	ЗАЙЦЕПОДІБНІ						
<i>Lepus europaeus</i> (Pallas, 1778)	Заєць сірий	-	-	3	-	-	-
RODENTIA	ГРИЗУНИ						
<i>Castor fiber</i> (Linnaeus, 1758)	Бобер європейський	-	-	3	-	-	-
<i>Cricetus cricetus</i> (Linnaeus, 1758)	Хом'як звичайний	-	-	2	-	-	Но
<i>Dryomys nitedula</i> (Pallas, 1778)	Соня лісова	-	-	3	-	-	-
<i>Glis [Myoxus] glis</i> (Linnaeus, 1766)	Вовчок сірий	-	-	3	-	-	-
<i>Muscardinus avellanarius</i> (Linnaeus, 1758)	Вовчок ліщини	-	-	3	-	-	-
<i>Sciurus vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)	Вивірка звичайна	-	-	3	-	-	-
<i>Sicista betulina</i> (Pallas, 1779)	Мишівка лісова	-	-	2	-	-	Рк
CARNIVORA	ХИЖІ						
<i>Canis lupus</i> (Linnaeus, 1758)	Вовк сірий	-	-	2	-	2	-
<i>Lutra lutra</i> (Linnaeus, 1758)	Видра річкова	-	NT	2	-	1	Но
<i>Martes foina</i> (Erxleben, 1777) G. Fischer de Waldheim, 1817	Куниця кам'яна	-	-	3	-	-	-
<i>Martes martes</i> (Linnaeus, 1758)	Куниця лісова	-	-	3	-	-	-
<i>Meles meles</i> (Linnaeus, 1758)	Борсук європейський	-	-	3	-	-	-
<i>Mustela erminea</i> (Linnaeus, 1758)	Горностай	-	-	3	-	-	Но
<i>Mustela nivalis</i> (Linnaeus, 1766)	Ласка	-	-	3	-	-	-
<i>Mustela putorius</i> (Linnaeus, 1758)	Тхір чорний	-	-	3	-	-	Но
ARTIODACTYLA	ПАРНОПАЛІ						
<i>Alces alces</i> (Linnaeus, 1758)	Лось європейський	-	-	3	-	-	-
<i>Capreolus capreolus</i> (Linnaeus, 1758)	Сарна європейська	-	-	3	-	-	-

Птахи

До орнітофауни України зараз зараховують 425 видів птахів. З них близько 270 видів регулярно гніздяться, до 140 видів трапляються у зимовий період, з яких приблизно 20 видів з'являються лише для зимівлі; близько 40 видів є пролітними і реєструються тільки під час сезонних міграцій; більше 100 видів – залітні, потрапляють до країни випадково. До третього видання Червоної книги України (2009) включено 87 видів. Назви таксонів наведено за виданням «Анотований список українських наукових назв птахів фауни України» [10]. У заповіднику на цей час відомо 197 видів [1, 4] (табл. 3).

Таблиця 3

Види птахів природного заповідника «Медобори», внесені в міжнародні переліки охоронюваних видів

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
AVES	ПТАХИ						
GAVIIFORMES	ГАГАРОПОДІБНІ						
<i>Gavia arctica</i> (Linnaeus, 1758)	Гагара чорношия	-	VU	2	2*	-	-
PODICIPEDIFORMES	ПІРНИКОЗОПОДІБНІ						
<i>Podiceps cristatus</i> (Linnaeus, 1758)	Пірникоза велика	-	-	3	-	-	-
<i>Podiceps grisegena</i> (Boddaert, 1783)	Пірникоза сірощока	-	-	2	2*	-	-
<i>Podiceps nigricollis</i> (Brehm, 1831)	Пірникоза чорношия	-	-	2	-	-	-
<i>Podiceps ruficollis</i> (Pallas, 1764)	Пірникоза мала	-	-	2	-	-	-
PELECANIFORMES	ПЕЛІКАНОПОДІБНІ						
<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)	Баклан великий	-	-	3	-	-	-
CICONIIFORMES	ЛЕЛЕКОПОДІБНІ						

ЗООЛОГІЯ

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
<i>Ardea cinerea</i> (Linnaeus, 1758)	Чапля сіра	-	-	3	-	-	-
<i>Ardea purpurea</i> (Linnaeus, 1766)	Чапля руда	-	-	2	2*	-	-
<i>Botaurus stellaris</i> (Linnaeus, 1758)	Бугай	-	-	2	2*	-	-
<i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)	Лелека білий	-	-	2	2*	-	-
<i>Ciconia nigra</i> (Linnaeus, 1758)	Лелека чорний	-	-	2	2*	2	Рд
<i>Egretta alba</i> (Linnaeus, 1758)	Чепура велика	-	-	2	2*	-	-
<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)	Чепура мала	-	-	2	-	-	-
<i>Ixobrychus minutus</i> (Linnaeus, 1766)	Бугайчик	-	-	2	2*	-	-
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	Квак	-	-	2	-	-	-
<i>Anas clypeata</i> (Linnaeus, 1758)	Широконоска	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Anas crecca</i> (Linnaeus, 1758)	Чирянка мала	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Anas penelope</i> (Linnaeus, 1758)	Свищ	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Anas platyrhynchos</i> (Linnaeus, 1758)	Крижень	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Anas querquedula</i> (Linnaeus, 1758)	Чирянка велика	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Anas strepera</i>	Нерозень	-	-	3	1,2*	-	Рд
<i>Anser anser</i> (Linnaeus, 1758)	Гуска сіра	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Anser fabalis</i> (Latham, 1787)	Гуменник	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Aythya ferina</i> (Linnaeus, 1758)	Попелюх	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Aythya fuligula</i> (Linnaeus, 1758)	Чернь чубата	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Branta leucopsis</i>	Казарка білощока	-	-	2	1,2*	-	-
<i>Bucephala clangula</i> (Linnaeus, 1758)	Гоголь	-	-	3	1,2*	-	Рд
<i>Cygnus olor</i> (Gmelin, 1789)	Лебідь-шипун	-	-	3	1,2*	-	-
FALCONIFORMES	СОКОЛОПОДІБНІ						
<i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)	Яструб великий	-	-	2	1,2	2	-
<i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)	Яструб малий	-	-	2	1,2	2	-
<i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758)	Беркут	-	-	2	1,2	2	Вр
<i>Aquila clanga</i> (Pallas, 1811)	Підорлик великий	VU	EN	2	1,2	2	Рд
<i>Aquila pomarina</i> (Brehm, 1831)	Підорлик малий	-	-	2	1,2	2	Рд
<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	Канюк звичайний	-	-	2	1,2	2	-
<i>Buteo lagopus</i> (Pontoppidan, 1763)	Зимняк	-	-	2	1,2	-	-
<i>Buteo rufinus</i> (Cretzschmar, 1829)	Канюк степовий	-	VU	2	1,2	2	Рд
<i>Circus gallicus</i> (Gmelin, 1788)	Змієїд	-	-	2	1,2	2	Рд
<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	Лунь очеретяний	-	-	2	1,2	2	-
<i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	Лунь польовий	-	-	2	1,2	2	Рд
<i>Circus pygargus</i> (Linnaeus, 1758)	Лунь лучний	-	-	2	1,2	2	Вр
<i>Falco columbarius</i> (Linnaeus, 1758)	Підсоколик малий	-	-	2	2	2	-
<i>Falco peregrinus</i> (Tunstall, 1771)	Сапсан	-	-	2	2	1	Рд
<i>Falco subbuteo</i> (Linnaeus, 1758)	Підсоколик великий	-	-	2	2	2	-
<i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)	Боривітер звичайний	-	-	2	2	2	-
<i>Falco vespertinus</i> (Linnaeus, 1766)	Кібчик	NT	VU	2	2	2	-
<i>Hieraetus pennatus</i> (Gmelin, 1788)	Орел-карлик	-	-	2	1,2	2	Рд
<i>Milvus milvus</i> (Linnaeus, 1758)	Шуліка рудий	NT	-	2	1,2	2	Зд
<i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)	Шуліка чорний	-	VU	2	1,2	2	Вр
<i>Pandion haliaetus</i> (Linnaeus, 1758)	Скопа	-	-	2	2	2	Зк
<i>Pernis apivorus</i> (Linnaeus, 1758)	Осоїд	-	-	2	1,2	2	-
GALLIFORMES	КУРОПОДІБНІ						
<i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)	Перепілка	-	-	3	2	-	-
<i>Perdix perdix</i> (Linnaeus, 1758)	Куріпка сіра	-	VU	3	-	-	-

ЗООЛОГІЯ

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
<i>Phasianus colchicus</i> (Linnaeus, 1758)	Фазан	-	-	3	-	-	-
GRUIFORMES	ЖУРАВЛЕПОДІБНІ						
<i>Crex crex</i> (Linnaeus, 1758)	Деркач	NT	-	2	-	-	-
<i>Fulica atra</i> (Linnaeus, 1758)	Лиска	-	-	3	2*	-	-
<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	Курочка водяна	-	-	3	-	-	-
<i>Grus grus</i> (Linnaeus, 1758)	Журавель сирій	-	-	2	1,2*	2	Рд
<i>Porzana porzana</i> (Linnaeus, 1766)	Погонич звичайний	-	-	2	2*	-	-
<i>Rallus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	Пастушок	-	-	3	-	-	-
CHARADRIIFORMES	СИВКОПОДІБНІ						
<i>Charadrius dubius</i> (Scopoli, 1786)	Пісочник малий	-	-	2	2*	-	-
<i>Chlidonias hybrida</i> (Pallas, 1811)	Крячок білощокий	-	-	2	-	-	-
<i>Chlidonias leucopterus</i> (Temminck, 1815)	Крячок білокрилий	-	-	2	2*	-	-
<i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758)	Крячок чорний	-	-	2	2*	-	-
<i>Gallinago gallinago</i> (Linnaeus, 1758)	Баранець звичайний	-	-	3	1,2	-	-
<i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)	Кулик-довгоніг	-	-	2	2*	-	Вр
<i>Larus canus</i> (Linnaeus, 1758)	Мартин сивий	-	-	3	-	-	-
<i>Larus ridibundus</i> (Linnaeus, 1766)	Мартин звичайний	-	-	3	-	-	-
<i>Limosa limosa</i> (Linnaeus, 1758)	Грицик великий	NT	VU	3	1,2*	-	-
<i>Pluvialis apricaria</i> (Linnaeus, 1758)	Сивка звичайна	-	-	3	2*	-	-
<i>Scolopax rusticola</i> (Linnaeus, 1758)	Слуква	-	-	3	1,2	-	-
<i>Stercorarius</i> (Brisson, 1760)	Поморник середній	-	-	3	-	-	-
<i>Sterna hirundo</i> (Linnaeus, 1758)	Крячок річковий	-	-	2	2*	-	-
<i>Tringa glareola</i> (Linnaeus, 1758)	Коловодник болотяний	-	-	2	1,2*	-	-
<i>Tringa ochropus</i> (Linnaeus, 1758)	Коловодник лісовий	-	-	2	1,2*	-	-
<i>Tringa stagnatilis</i> (Bechstein, 1803)	Коловодник ставковий	-	-	2	1,2*	-	Зк
<i>Tringa totanus</i> (Linnaeus, 1758)	Коловодник звичайний	-	-	3	1,2*	-	-
<i>Vanellus vanellus</i> (Linnaeus, 1758)	Чайка	-	VU	3	2*	-	-
COLUMBIFORMES	ГОЛУБОПОДІБНІ						
<i>Columba oenas</i> (Linnaeus, 1758)	Голуб-синяк	-	-	3	-	-	Вр
<i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)	Голуб сизий	-	-	3	-	-	-
<i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838)	Горлиця садова	-	-	3	-	-	-
<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	Горлиця звичайна	-	-	3	-	-	-
CUCULIFORMES	ЗОЗУЛЕПОДІБНІ						
<i>Cuculus canorus</i> (Linnaeus, 1758)	Зозуля	-	-	3	-	-	-
STRIGIFORMES	СОВОПОДІБНІ						
<i>Asio flammeus</i> (Pontoppidan, 1763)	Сова болотяна	-	-	2	-	2	Рд
<i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758)	Сова вухата	-	-	2	-	2	-
<i>Athene noctua</i> (Scopoli, 1769)	Сич хатній	-	-	2	-	2	-
<i>Bubo bubo</i> (Duméril, 1806)	Пугач	-	-	2	-	2	Рд
<i>Strix aluco</i> (Linnaeus, 1758)	Сова сіра	-	-	2	-	2	-
<i>Strix uralensis</i> (Pallas, 1771)	Сова довгохвоста	-	-	2	-	2	Нв
<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	Сипуха	-	-	2	-	2	Зк
CAPRIMULGIFORMES	ДРІМЛЮГОПОДІБНІ						
<i>Caprimulgus europaeus</i> (Linnaeus, 1758)	Дрімлюга	-	-	2	-	-	-

ЗООЛОГІЯ

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
APODIFORMES	СЕРПОКРИЛЬЦЕ-ПОДІБНІ						
<i>Apus apus</i> (Linnaeus, 1758)	Серпокрилець чорний	-	-	3	-	-	-
CORACIFORMES	СИВОРАКШЕ-ПОДІБНІ						
<i>Alcedo atthis</i> (Linnaeus, 1758)	Рибалочка	-	-	2	-	-	-
<i>Coracias garrulus</i> (Linnaeus, 1758)	Сиворакша	NT	VU	2	2	-	Зк
<i>Merops apiaster</i> (Linnaeus, 1758)	Бджолоїдка	-	-	2	2	-	-
UPUIFORMES	ОДУДОПОДІБНІ						
<i>Upupa epops</i> (Linnaeus, 1758)	Одуд	-	-	2	-	-	-
PICIFORMES	ДЯТЛОПОДІБНІ						
<i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)	Дятел звичайний	-	-	2	-	-	-
<i>Dendrocopos medius</i> (Linnaeus, 1758)	Дятел середній	-	-	2	-	-	-
<i>Dendrocopos minor</i> (Linnaeus, 1758)	Дятел малий	-	-	2	-	-	-
<i>Dendrocopos syriacus</i> (Hemprich & Ehrenberg, 1833)	Дятел сирійський	-	-	2	-	-	-
<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)	Жовна чорна	-	-	2	-	-	-
<i>Jynx torquilla</i> (Linnaeus, 1758)	Крутиголовка	-	-	2	-	-	-
<i>Picus canus</i> (Gmelin, 1788)	Жовна сива	-	-	2	-	-	-
<i>Picus viridis</i> (Linnaeus, 1758)	Жовна зелена	-	-	2	-	-	Вр
PASSERIFORMES	ГОРОБЦЕПОДІБНІ						
<i>Acanthis cannabina</i> (Linnaeus, 1758)	Коноплянка	-	-	2	-	-	-
<i>Acanthis flammea</i> (Linnaeus, 1758)	Чечітка звичайна	-	-	2	-	-	-
<i>Acanthis hornemanni</i> (Holbøll, 1843)	Чечітка біла	-	-	2	-	-	-
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i> (Linnaeus, 1758)	Очеретянка лучна	-	-	2	-	-	-
<i>Acrocephalus palustris</i> (Linnaeus, 1758)	Очеретянка чагарникова	-	-	2	-	-	-
<i>Acrocephalus arundinaceus</i> (Linnaeus, 1758)	Очеретянка велика	-	-	2	-	-	-
<i>Aegithalos caudatus</i> (Linnaeus, 1758)	Синиця довгохвоста	-	-	3	-	-	-
<i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)	Жайворонек польовий	-	-	3	-	-	-
<i>Anthus campestris</i> (Linnaeus, 1758)	Щеврик польовий	-	-	2	-	-	-
<i>Anthus pratensis</i> (Linnaeus, 1758)	Щеврик лучний	-	-	2	-	-	-
<i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)	Щеврик лісовий	-	-	2	-	-	-
<i>Bombycilla garrulus</i> (Linnaeus, 1758)	Омелюх	-	-	2	-	-	-
<i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)	Щиглик	-	-	2	-	-	-
<i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas, 1770)	Чечевиця	-	-	2	-	-	-
<i>Certhia familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	Підкоришник звичайний	-	-	2	-	-	-
<i>Chloris chloris</i> (Linnaeus, 1758)	Зеленяк	-	-	2	-	-	-
<i>Coccothraustes coccothraustes</i> (Linnaeus, 1758)	Костогряз	-	-	2	-	-	-
<i>Corvus corax</i> (Linnaeus, 1758)	Крук	-	-	3	-	-	-
<i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)	Ластівка міська	-	-	2	-	-	-

ЗООЛОГІЯ

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
<i>Emberiza calandra</i> (Linnaeus, 1758)	Просянка	-	-	3	-	-	-
<i>Emberiza citrinella</i> (Linnaeus, 1758)	Вівсянка звичайна	-	-	2	-	-	-
<i>Emberiza hortulana</i> (Linnaeus, 1758)	Вівсянка садова	-	-	3	-	-	-
<i>Emberiza schoeniclus</i> (Linnaeus, 1758)	Вівсянка очеретяна	-	-	2	-	-	-
<i>Eremophila alpestris</i> (Linnaeus, 1758)	Жайворонок рогатий	-	-	2	-	-	-
<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	Вільшанка	-	-	2	2	-	-
<i>Ficedula albicollis</i> (Temminck, 1815)	Мухоловка білошия	-	-	2	2	-	-
<i>Ficedula hypoleuca</i> (Pallas, 1764)	Мухоловка строката	-	-	2	2	-	-
<i>Ficedula parva</i> (Bechstein, 1792)	Мухоловка мала	-	-	2	2	-	-
<i>Fringilla coelebs</i> (Linnaeus, 1758)	Зяблик	-	-	3	-	-	-
<i>Fringilla montifringilla</i> (Linnaeus, 1758)	В'юрок	-	-	3	-	-	-
<i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)	Посмітюха	-	-	3	-	-	-
<i>Hippolais icterina</i> (Linnaeus, 1758)	Берестянка звичайна	-	-	2	-	-	-
<i>Hirundo rustica</i> (Linnaeus, 1758)	Ластівка сільська	-	-	2	-	-	-
<i>Lanius collurio</i> (Linnaeus, 1758)	Сорокопуд терновий	-	-	2	-	-	-
<i>Lanius excubitor</i> (Linnaeus, 1758)	Сорокопуд сирій	-	-	2	-	-	Рд
<i>Lanius minor</i> (Gmelin, 1788)	Сорокопуд чорнолобий	-	-	2	-	-	-
<i>Locustella fluviatilis</i> (Wolf, 1810)	Кобилочка річкова	-	-	2	-	-	-
<i>Locustella luscinioides</i> (Savi, 1824)	Кобилочка солов'їна	-	-	2	-	-	-
<i>Locustella naevia</i> (Boddaert, 1783)	Кобилочка-цвіркун	-	-	2	-	-	-
<i>Loxia curvirostra</i> (Linnaeus, 1758)	Шишкар ялиновий	-	-	2	-	-	-
<i>Loxia leucoptera</i> (Gmelin, 1789)	Шишкар білокрилий	-	-	2	-	-	-
<i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)	Жайворонок лісовий	-	-	3	-	-	-
<i>Luscinia luscinia</i> (Linnaeus, 1758)	Соловейко східний	-	-	2	2	-	-
<i>Luscinia megarhynchos</i> (Brehm, 1831)	Соловейко західний	-	-	2	2	-	-
<i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)	Плиска біла	-	-	2	-	-	-
<i>Motacilla citreola</i> (Pallas, 1776)	Плиска жовтоголова	-	-	2	-	-	-
<i>Motacilla flava</i> (Linnaeus, 1758)	Плиска жовта	-	-	2	-	-	-
<i>Muscicapa striata</i> (Pallas, 1764)	Мухоловка сіра	-	-	2	2	-	-
<i>Nucifraga caryocatactes</i> (Linnaeus, 1758)	Горіхівка	-	-	2	-	-	-
<i>Oenanthe isabellina</i> (Temminck, 1829)	Кам'янка попеляста	-	-	2	2	-	-
<i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)	Кам'янка звичайна	-	-	2	2	-	-
<i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)	Вивільга	-	-	2	-	-	-
<i>Parus ater</i> (Linnaeus, 1758)	Синиця чорна	-	-	2	-	-	-
<i>Parus caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	Синиця блакитна	-	-	2	-	-	-
<i>Parus cristatus</i> (Linnaeus, 1758)	Синиця чубата	-	-	2	-	-	-
<i>Parus major</i> (Linnaeus, 1758)	Синиця велика	-	-	2	-	-	-
<i>Parus montanus</i> (Conrad von Baldenstein, 1827)	Гаїчка-пухляк	-	-	2	-	-	-
<i>Parus palustris</i> (Linnaeus, 1758)	Гаїчка болотяна	-	-	2	-	-	-
<i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	Горобець польовий	-	-	3	-	-	-
<i>Phoenicurus ochruros</i> (S. G. Gmelin, 1774)	Горихвістка чорна	-	-	2	2	-	-

ЗООЛОГІЯ

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
<i>Phoenicurus phoenicurus</i> (Linnaeus, 1758)	Горихвістка звичайна	-	-	2	2	-	-
<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	Вівчарик-ковалик	-	-	2	-	-	-
<i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)	Вівчарик жовтобровий	-	-	2	-	-	-
<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	Вівчарик весняний	-	-	2	-	-	-
<i>Plectrophenax nivalis</i> (Linnaeus, 1758)	Пуночка	-	-	2	-	-	-
<i>Prunella modularis</i> (Linnaeus, 1758)	Тинівка лісова	-	-	2	-	-	-
<i>Pyrrhula pyrrhula</i> (Linnaeus, 1758)	Снігур	-	-	3	-	-	-
<i>Regulus regulus</i> (Linnaeus, 1758)	Золотомушка жовточуба	-	-	2	-	-	-
<i>Remiz pendulinus</i> (Linnaeus, 1758)	Ремез	-	-	2	-	-	-
<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	Ластівка берегова	-	-	2	-	-	-
<i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)	Трав'янка лучна	-	-	2	2	-	-
<i>Saxicola torquata</i> (Linnaeus, 1758)	Трав'янка чорноголова	-	-	2	2	-	-
<i>Sitta europaea</i> (Linnaeus, 1758)	Повзик	-	-	2	-	-	-
<i>Spinus spinus</i> (Linnaeus, 1758)	Чиж	-	-	2	-	-	-
<i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	Кропив'янка чорноголова	-	-	2	-	-	-
<i>Sylvia borin</i> (Boddaert, 1783)	Кропив'янка садова	-	-	2	-	-	-
<i>Sylvia communis</i> (Latham, 1787)	Кропив'янка сіра	-	-	2	-	-	-
<i>Sylvia curruca</i> (Linnaeus, 1758)	Кропив'янка прудка	-	-	2	-	-	-
<i>Sylvia nisoria</i> (Bechstein, 1792)	Кропив'янка прудка	-	-	2	-	-	-
<i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	Волове око	-	-	2	-	-	-
<i>Turdus iliacus</i> (Linnaeus, 1758)	Дрізд білобровий	-	-	3	2	-	-
<i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758)	Дрізд чорний	-	-	3	2	-	-
<i>Turdus pilaris</i> (Linnaeus, 1758)	Чикотень	-	-	3	2	-	-
<i>Turdus philomelos</i> (Brehm, 1831)	Дрізд співочий	-	-	3	2	-	-
<i>Turdus viscivorus</i> (Linnaeus, 1758)	Дрізд-омелюх	-	-	3	2	-	-

Фауна плазунів України налічує 24 (25) види, 7 родин, 2 ряди. Усі види, за винятком інтродуцентів, мають охоронні категорії. Систематику нижчих таксонів плазунів та їх латинські назви наведено за базою даних TIGR Reptile Database (<http://www.reptile-database.org>); амфібій – за С. М. Писанцем (2007) (табл. 4).

Таблиця 4

Види земноводних і плазунів природного заповідника «Медобори», внесені в міжнародні переліки охоронюваних видів

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
REPTILIA	ПЛАЗУНИ						
TESTUDINES	ЧЕРЕПАХИ						
<i>Emys orbicularis</i> (Linnaeus, 1758)	Черепаша болотяна	LR/nt	NT	2	-	-	-
SQUAMATA	ЛУСКАТИ						
<i>Anguis ragilis</i> (Linnaeus, 1758)	Веретільниця ламка	-	-	3	-	-	-
<i>Coronella austriaca</i> (Linnaeus, 1758)	Мідянка європейська	-	-	2	-	-	Вр
<i>Lacerta agilis</i> (Linnaeus, 1758)	Ящірка прудка	-	-	2	-	-	-
<i>Natrix natrix</i> (Linnaeus, 1758)	Вуж звичайний	-	-	3	-	-	-

ЗООЛОГІЯ

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
<i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758)	Гадюка звичайна	-	-	3	-	-	-
<i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823)	Ящірка живородна	-	-	3	-	-	-
AMPHIBIA	ЗЕМНОВОДНІ						
CAUDATA	ХВОСТАТІ						
<i>Lissotriton [Triturus] vulgaris</i> (Laurenti, 1768)	Тритон звичайний	-	-	3	-	-	-
<i>Triturus cristatus</i> (Laurenti, 1768)	Тритон гребенястий	-	-	2	-	-	-
ANURA	БЕЗХВОСТІ						
<i>Bombina bombina</i> (Linnaeus, 1761)	Джерлянка червоночерева	-	-	2	-	-	-
<i>Bufo bufo</i> (Linnaeus, 1758)	Ропуха сіра	-	-	3	-	-	-
<i>Bufo viridis</i> Laurenti, 1768	Ропуха зелена	-	-	2	-	-	-
<i>Hyla arborea</i> (Linnaeus, 1758)	Райка звичайна, або деревна	-	-	2	-	-	-
<i>Pelobates fuscus</i> (Laurenti, 1768)	Землянка звичайна	-	-	2	-	-	-
<i>Rana arvalis</i> (Nilsson, 1842)	Жаба гостроморда	-	-	2	-	-	-
<i>Rana temporaria</i> (Linnaeus, 1758)	Жаба трав'яна						
<i>Pelophylax [Rana] lessonae</i> (Camerano, 1882)	Жаба ставкова	-	-	3	-	-	-
<i>Pelophylax [Rana] ridibundus</i> (Pallas, 1771)	Жаба озерна	-	-	3	-	-	-

Риби

Фауна риб України налічує понад 200 видів. У невеликих за площею водоймах заповідника та в найближчих до його території ріках і ставках виявлено 15 видів, з них тільки 3 занесені в міжнародні переліки та 1 – до Червоної книги України [11] (табл. 5).

Таблиця 5

Види риб природного заповідника «Медобори», внесені в міжнародні переліки охоронюваних видів

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
PISCES	РИБИ						
CYPRINIFORMES	КОРОПОПОДІБНІ						
<i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758)	В'юн звичайний	-	-	3	-	-	-
<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	Карась звичайний	-	-	-	-	-	Вр
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Короп європейський	VU ²⁰	-	-	-	-	-
SILURIFORMES	СОМОПОДІБНІ						
<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Сом європейський	-	-	3	-	-	-

Бонська конвенція до безхребетних тварин не застосовується. Під охороною CITES перебувають тільки два види фауни України: *Parnassius apollo* і *Hirudo medicinalis*, які у заповіднику не виявлені. Ряд видів охороняється відповідно до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи, Європейського червоного списку та Бернської конвенції, а також Червоної книги України [2, 4, 7, 11, 12] (табл. 6).

Види безхребетних природного заповідника «Медобори», внесені в міжнародні переліки охоронюваних видів

Латинська назва	Українська назва	МСОП	ЄС	БЕ	БО	ВА	ЧК
ARTHROPODA	ЧЛЕНИСТОНОГІ						
COLLEMBOLA	НОГОХВІСТКИ						
<i>Morulina verrucosa</i> (Borner, 1903)	Моруліна пухирчата	-	-	-	-	-	Вр
<i>Tetradontophora bielaniensis</i>	Тетрадонтофора блакитна	-	-	-	-	-	Вр
INSECTA	КОМАХИ						
ODONATA	БАБКИ						
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)	Красуня-діва	-	-	-	-	-	Вр
<i>Sympetrum pedemontanum</i> (Mueller in Allioni, 1776)	Тонкочеревець перев'язаний	-	-	-	-	-	Вр
COLEOPTERA	ЖУКИ						
<i>Aromia moschata</i> (Linnaeus, 1758)	Вусач мускусний	-	-	-	-	-	Вр
<i>Carabus intricatus</i> Linnaeus, 1761	Турун зморшкуватий	LR/nt	V	-	-	-	-
<i>Cerambyx cerdo cerdo</i> Linnaeus, 1758	Вусач великий дубовий західний	VU	E	2	-	-	Вр
<i>Osmoderma barnabita</i> Motschulsky, 1845	Жук-самітник, Жук-пустельник	VU	E	2	-	-	Вр
<i>Lucanus cervus</i> (Linnaeus, 1758)	Жук-олень, Рогач звичайний	-	-	3	-	-	Рд
LEPIDOPTERA	МЕТЕЛИКИ						
<i>Acherontia atropos</i> (Linnaeus, 1758)	Бражник мертва голова	-	-	-	-	-	Рд
<i>Apatura iris</i> (Linnaeus, 1758)	Мінливець великий	-	-	-	-	-	Вр
<i>Aglia tau</i> (Linnaeus, 1758)	Сатурнія руда	-	-	-	-	-	Вр
<i>Catocala fraxini</i> (Linnaeus, 1758)	Стрічкарка блакитна	-	-	-	-	-	Вр
<i>Catocala sponsa</i> (Linnaeus, 1767)	Стічкарка орденська малинова	-	-	-	-	-	Рд
<i>Euphydryas aurinia</i> (Rottemburg, 1775)	Рябець великий, матурна	-	E	2	-	-	-
<i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, 1758)	Подалірій	-	-	-	-	-	Вр
<i>Limenitis populi</i> (Linnaeus, 1758)	Пасмовець тополевий	-	-	-	-	-	Вр
<i>Lycaena dispar</i> (Haworth, 1802)	Дукачик непарний	LR	E	2	--	-	-
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus, 1758	Махаон	-	-	-	-	-	Вр
<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	Мнемозина	-	*	2	-	-	Вр
<i>Plebeius pylaon</i> (Fischer von Waldheim, 1832)	Синявець Пилаон	-	-	-	-	-	Вр
<i>Plebeius argyrognomon</i> (Bergsträsser, 1779)	Синявець Аргирогномон	-	*	-	-	-	-
<i>Saturnia pyri</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Сатурнія велика	-	E	-	-	-	Вр
HYMENOPTERA	ПЕРЕТИНЧАСТОКРИЛІ						
<i>Bombus muscorum</i> (Linnaeus, 1758)	Джміль моховий	-	-	-	-	-	Рд
<i>Bombus pomorum</i> (Panzer, 1805)	Джміль яскравий	-	-	-	-	-	-
<i>Bombus ruderatus</i> (Fabricius, 1775)	Джміль червонуватий	-	-	-	-	-	Рд
<i>Formica rufa</i> Linnaeus, 1761	Мурашка руда лісова	LR/nt	V	-	-	-	-
<i>Megascolia maculata</i> (Drury, 1773)	Сколія-гігант	-	-	-	-	-	Но
<i>Xylocopa valga</i> Gerstaecker, 1872	Бджола-тесяр звичайна	-	-	-	-	-	Рд
<i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus, 1758)	Бджола-тесяр фіолетова	-	-	-	-	-	Рд
MOLLUSCA	М'ЯКУНИ						
GASTROPODA	GASTROPODA						
<i>Helix pomatia</i> Linnaeus, 1758	Слимак виноградний	-	R	3	-	-	-

Висновки

1. На кінець 2019 року на території та у найближчих околицях заповідника «Медобори» достовірно підтверджено 1 вид прісноводних губок, 79 видів моллюсків, 32 – багатоніжок, 2170 – комах, 15 видів риб, 11 – земноводних, 7 – плазунів, 197 – птахів, 55 – ссавців.
2. Порівняння результатів інвентаризації фауни заповідника з регіональними списками Тернопільської області підтверджує важливість заповідної території для збереження фауни, адже тут знаходиться 100% видів фауни земноводних, 89% видів від усіх ссавців та по 70% – плазунів і птахів Тернопільщини. При наявності в заповіднику невеликої площі води, тут виявлено 33,3% видів регіональної фауни риб.
3. Особливу цінність заповідної території становлять види, які з різних причин опинилися на межі зникнення і до збереження яких звернена велика увага як вітчизняної так і міжнародної спільноти.
4. На території природного заповідника «Медобори» достовірно встановлено перебування тварин з таких міжнародних переліків:
 - а) загальносвітового Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи – 18 видів;
 - б) Європейських червоних списків – 28 видів;
 - в) Бернської конвенції («2» – Додаток II, «3» – Додаток III) – 256 видів;
 - г) Бонської конвенції («1» – Додаток I, «2» – Додаток II) – 102 види;
 - д) Вашингтонської конвенції, CITES («1» – Додаток I, «2» – Додаток II) – 37 видів.
5. У заповіднику та його найближчих околицях встановлено 83 види тварин, які занесені на сторінки Червоної книги України.
6. Окремо слід указати на важливість території заповідника для збереження рукокрилих, яких тут відомо 20 видів, що становить більше ніж 73% від всієї хіроптерофауни України.

1. Географія Тернопільської області: монографія. В 2-х т. Т.1. Природні умови та ресурси / ТНПУ ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль: Крок, 2017. 504 с.
2. Капелюх Я. І. Червонокнижні види комах природного заповідника «Медобори», їх локалізація та статус. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. Тернопіль, 2011. № 3 (48). С. 160–163.
3. Капелюх Я. І., Гузій А. І. Орнітофауна природного заповідника «Медобори». *Заповідна справа в Україні*. 2000. Т.6, Вип.1–2. С. 59–67.
4. Капелюх Я. І. Денні лускокрилі природного заповідника «Медобори». *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. Тернопіль, 2017. № 4 (71). С. 104–112.
5. Капелюх Я. І. Огляд хіроптеріологічних досліджень на території природного заповідника «Медобори». *Праці Теріологічної Школи*. Київ, 2017. Т. 16. С. 64–67.
6. Капелюх Я. І., Семенович Н. Й., Добривода І. П., Мурська М. І. Динаміка видового складу та чисельність мишоподібних гризунів (*Rodentia*) у природному заповіднику «Медобори». *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. Тернопіль, 2018. № 2 (73). С. 123–133.
7. Літопис природного заповідника «Медобори». Розділ 9. Підсумки досліджень за програмою Літопис природи за 1991–2015 рр. Книга 23. Гримайлів 2016. С. 190–230.
8. Талпош В. С., Пилявський Б. Р. Фауна хребетних Тернопільської області: довідник. Тернопіль : «Навчальна книга – Богдан», 1998. 80 с.
9. Фауна України: охоронні категорії: довідник / І. Ю. Парнікоза, О. Годлевська, М. С. Шевченко, Д. Н. Іноземцева; під ред. І. В. Загороднюка; 2-ге вид. переробл. та доповн. К. : Київський еколого-культурний центр. 2005. 59 с.
10. Фесенко Г. В., Бокотей А. Птахи України (польовий визначник). Київ, 2002. 411 с.
11. Червона книга України. Тваринний світ / за заг. ред. І. І. Акімова. К. : Глобалсалтінг, 2009. 623 с.
12. Zamoroka A. M., Kapelyukh Ya. I. Notes on the Longhorn Beetles (Coleoptera: Cerambycidae) of Nature Reserve «Medobor» (Ukraine). *Українська ентомофауністика*, 2016. 7 (4). С. 1–19

References

1. Neohrafiia Ternopil's'koï oblasti: monohrafiia. V 2-kh t. T.1. Pryrodni umovy ta resursy / TNPU im. Volodymyra Hnatiuka. – Ternopil': Krok, 2017. – 504 s. (in Ukrainian).

2. Kapeliukh Ya. I. Chervonoknyzhni vydy komakh pryrodnoho zapovidnyka «Medobory», ikh lokalizatsiia ta status / Kapeliukh Ya. I. // Ternopil': Naukovi zapysky TNPU im. Volodymyra Hnatiuka, seriia biolohiia, No3 (48), 2011 – S. 160–163 (in Ukrainian).
3. Kapeliukh Ya. I. Ornitofauna pryrodnoho zapovidnyka «Medobory» / Kapeliukh Ya. I., Huziy A. I. Zapovidna sprava v Ukraini. – 2000. – T. 6, Vyp.1–2. – S. 59–67 (in Ukrainian).
4. Kapeliukh Ya. I. Denni luskokryli pryrodnoho zapovidnyka «Medobory»/ Kapeliukh Ya. I // Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu im. V. Hnatiuka. Serii: Biolohiia. – 2017. – N 4 (71). – S. 104–112 (in Ukrainian).
5. Kapeliukh Ya. I. Ohliad khiropteriolohichnykh doslidzhen' na terytorii pryrodnoho zapovidnyka «Medobory» / Kapeliukh Ya. I. // Pratsi Teriolohichnoi Shkoly. – Kyiv, 2017. – T. 16. – S. 64–67 (in Ukrainian).
6. Kapeliukh Ya. I., Dynamika vydovoho skladu ta chysel'nist' myshopodibnykh hryzuniv (Rodentia) u pryrodnomu zapovidnyku «Medobory» / Kapeliukh Ya. I., Semenovych N. Y., Dobryvoda I. P., Murs'ka M. I. // Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu im. Volodymyra Hnatiuka. Serii: Biolohiia. – 2018. – N 2 (73). – S. 123–133 (in Ukrainian).
7. Litopys pryrodnoho zapovidnyka «Medobory»/ Rozdil 9. Pidsumky doslidzhen' za prohramoiu Litopys pryrody za 1991 – 2015 rr. Knyha 23. – Hrymayliv – 2016. S. 190–230 (in Ukrainian).
8. Talposh V. S. Fauna khrebetnykh Ternopil's'koi oblasti (dovidnyk) / Talposh V. S. Pyliavs'kyi B. R. – Ternopil': "Navchal'na knyha - Bohdan". 1998. – 80 s. (in Ukrainian).
9. Fauna Ukrainy: okhoronni katehorii (dovidnyk) / [I. Yu. Parnikoza, O. Hodlevs'ka, M. S. Shevchenko, D. N. Inozemtseva]; pid red. I. V. Zahorodniuka. – [Vydannia druhe, pereroblene ta dopovnene]. – K.: Kyivs'kyi ekoloho-kul'turnyy tsestr. 2005. – 59 s. (in Ukrainian).
10. Fesenko H. V. Ptakhy Ukrainy (pol'ovyy vyznachnyk) / H. Fesenko, A. Bokotey. – Kyiv, 2002. – 411 s.
11. Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnyy svit / [pid zahal'noi redaktsiieiu I. I. Akimova]. – K.: Vydavnytstvo "Hlobakolsaltynh", 2009. – 623 s. (in Ukrainian).
12. Zamoroka A. M., Notes on the Longhorn Beetles (Coleoptera: Cerambycidae) of Nature Reserve "Medobory" (Ukraine) / Zamoroka A. M., Kapelyukh Ya. I. – Ukrain s'ka entomofaunistyka, 2016, 7 (4). – C. 1–19.

Ya. I. Kapeliukh, O. B. Chodyn, A. I. Kapustynskiy, I. P. Dobryvoda
Nature Reserve of «Medobory», Ukraine

RARE SPECIES OF FAUNA OF MEDOBORY, THE NATURE RESERVE

The study is concerned with the study of natural and landscape conditions of the territory of the Nature Reserve "Medobory", and its historical significance in formation of the biotic diversity of Western Ukraine.

It focuses on the research into the territory and formation of the Nature Reserve "Medobory", which covers over 9 000 ha in the central Tovtry.

Moreover, the work highlights the ongoing studies of zoobiota in the area, and points out its significance for preserving the regional fauna (by the end of 2019 the following species were recorded: 1 species of freshwater sponge, 79 species of molluscum, 32 species of centipedes, 2170 species of insects, 15 species of fish, 11 species of amphibians, 7 species of reptiles, 197 species of birds, 55 species of mammals).

The study also provides a detailed analysis of international lists of threatened species valid for the territory of Ukraine, and the species from the Red Book of Ukraine (the 3rd edition); as a result it identifies certain species to be under protection, such as 41 species of mammals, 187 species of birds, 18 species of amphibian and reptiles, 4 species of fish, 30 species of arthropods, 1 species of molluscum. Altogether, there are 281 species in the international lists of endangered species, which makes 11 % of the reliably ascertained fauna variety of the conservation area (2566 species). Except for the arthropods, which are scarcely represented in the international lists, there are more than 63 % of the traced representatives of fauna vertebrates under protection, according to the international lists of endangered species (251 species out of 396 known ones). For many of the animal species the natural forest stand of Medobory is a refugium, where they survived the ice age, and in some of the localities certain rare relict species have survived into the present time.

On the territory of the Nature Reserve Medobory the following animal species enlisted internationally have been registered: IUCN Red List - 18 species, the European Red Lists of species - 28 species, the Bern Convention – 256 species, the Bonn Convention – 102 species, the Bern Convention – 256 species, the Washington Convention – 37 species. 83 animal species of the Reserve and the surrounding territory call for protection since they are listed in the Red Book of Ukraine.

Key words: rare species, Tovtry, nature reserve.

Надійшла 23.08.2019.

БІОХІМІЯ

УДК 577.115.3+161.536:591.1

doi: 10.25128/2078-2357.19.3.4

¹О. В. ЯКОВІЙЧУК, ^{1,2}О. О. ДАНЧЕНКО, ²М. М. ДАНЧЕНКО, ¹А. С. ФЕДОРКО,
¹І. О. КУЛИК

¹Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, Мелітополь, Запорізька область, 72312

²Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
пр. Б. Хмельницького, 18, Мелітополь, Запорізька область, 72312
e-mail: alex.yakov1991@gmail.com

ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МІОКАРДУ ГУСЕЙ ЗА ДІЇ ВІКАСОЛУ

Вікасол проявляє активність щодо енергетичної та антиоксидантної систем тканин, які тісно пов'язані з біосинтезом та окисненням жирних кислот. Така активність дозволяє припустити, що вікасол здатен викликати зміни жирнокислотного складу тканин, а численні роботи стосовно позитивного впливу хінонів та їхніх похідних на функціональний стан міокарду, дозволяють вважати, що вірно підібрана доза та технологія згодовування здатні підвищити опірність та продуктивність сільськогосподарської птиці. У роботі досліджено вплив вікасолу на жирнокислотний склад міокарду гусей. Установлено, що за рахунок різноспрямованих змін вмісту всього спектру жирних кислот тканини впродовж експерименту, застосування вікасолу викликає незначне підвищення ненасиченості і загального вмісту ненасичених жирних кислот у міокарді гусей. Коливання реалізуються залежно від фізіологічного стану організму, де вікасол може стимулювати як процеси біосинтезу окремих жирних кислот, так і їх мітохондріальне та мікосомальне окиснення, що підтверджується різноспрямованими достовірними змінами вмісту всього їх спектру. Зокрема, на 21-шу добу підвищується вміст докозопентаєнової кислоти на 36,3% при зниженні докозогексаєнової і ліноленової кислот в середньому на 21–24%. На 28-му добу підвищується концентрація ейкозатетраєнової і докозогексаєнової кислот при зниженні кількості лінолевої на 22,6% відносно контрольної групи. На 35-ту добу вміст основних ненасичених жирних кислот (пальмітоолеїнової, лінолевої, ліноленової і докозогексаєнової) підвищується у тканині за дії вікасолу при повному виснаженні докозопентаєнової кислоти. Дані коливання жирнокислотного складу викликають незначне підвищення загального вмісту ненасичених жирних кислот та підвищення ненасиченості ліпідів міокарду на 28-му і 35-ту добу онтогенезу гусей. Доведено, що вікасол може бути використано у сільськогосподарській практиці як інструмент підвищення якості продукції птахівництва та опірності сільськогосподарської птиці.

Ключові слова: вікасол, жирні кислоти, міокард, гуси.

Жирнокислотний склад тваринних тканин пов'язаний з багатьма важливими параметрами організму, такими, як аеробна витривалість, швидкість метаболізму, періоди відновлення після фізичного навантаження та ін. Це пов'язано з тим, що хімічні властивості жирних кислот сильно впливають на їх функціонування в біологічних системах, формуючи внесок у структуру клітин, міжклітинну сигналізацію, регуляцію експресії генів та зберігання енергії [5].

Наприклад, плинність і проникність біологічних мембран, активність деяких ензимів, пов'язаних із клітинною мембраною, а також біохімічна доступність внутрішньоклітинних запасів енергії залежать від жирнокислотного складу [2, 7]. Стійкість до окисного пошкодження [10, 28, 37] та реалізація внутрішньоклітинної сигналізації [5] залежать від кількості та характеру розміщення подвійних зв'язків у карбоновому ланцюзі жирних кислот. Таким чином, аналіз жирнокислотного складу тканин є способом прогнозування функціонального стану систем організму. Хоча жирнокислотний склад мембран і запасних ліпідів відіграє важливу роль у фізіологічних функціях, він може динамічно змінюватись у відповідь на ендогенні та екзогенні чинники. Ендогенні впливи включають коливання активності ліпогенних ензимів, які модифікують жирні кислоти [27]. Основним екзогенним чинником є дієтична доступність жирних кислот [5, 19], яка залежить від раціону [14]. З іншого боку, зміни жирнокислотного складу тканини можуть бути спровоковані біологічно-активними речовинами, наприклад, хінонами, які володіють широким спектром дії [4, 22], що залежить від їх дози і структури [8, 33].

Вікасол здебільшого використовується як токсикант у моделюванні оксидативного стресу [11, 33]. За останні роки дослідження фармакологічних властивостей хінонів значно активізувались [3, 8, 11, 13, 24, 31], хоча їх вплив на жирнокислотний склад тканин вивчено не достатньо. Описано вплив вікасолу на процеси транскрипції та активації чинників, які задіяні у ланцюгу антиоксидантної відповіді клітини. Виходячи з цих даних, вікасол може викликати в міокарді зміни жирнокислотного складу тканин, а правильно підібрана доза препарату забезпечить підвищення опірності організму до негативних чинників, що може бути використано при виборі технології годування та лікування сільськогосподарської птиці. У той же час позитивний ефект на функціональний стан міокарду підтверджується широким застосуванням хінонів як кардіопротекторних препаратів [9, 15, 21, 34].

Метою роботи було з'ясувати вплив вікасолу на жирнокислотний склад м'язової тканини серця гусей.

Матеріали і методи досліджень

Як модельний об'єкт використовували гусей породи Легард Великий (Білий). У 1-добовому віці було сформовано 2 групи (контрольна та дослідна) по 25 голів у кожній. Гусенят дослідної групи з 3-ї доби пропоювали водним розчином вікасолу з концентрацією 10 мг/л щоденно із розрахунку 0,7 мг/кг маси тіла [35]. Запропонована доза вікасолу визначена з урахуванням токсичності препарату при більших концентраціях [1, 17].

Дослідження жирнокислотного складу ліпідів міокарду за дії вікасолу проводили в період з 21-ї до 35-ї доби постнатального онтогенезу, який характеризується фізіологічною напругою початку формування контурного пір'я.

Уміст жирних кислот визначали методом газорідинної хроматографії. Підготовку екстракту до аналізу проводили за методом Ф. Палмера [25]. Жирнокислотний склад ліпідів визначали на хроматографі Carlo Erba, як носій використовували Chromosorb W/DP із фазою Silar 5CP («Serva», Німеччина) концентрацією 10% за температури 140–250 °C та швидкістю наростання 2°C/хв (температура інжектора 210°C, температура детектора 240°C). Окрім сумарного вмісту ненасичених жирних кислот (НЖК) (ΣC) розраховували сумарну еквівалентну концентрацію НЖК відносно кратних зв'язків (ненасиченість, ΣN) мМоль·г⁻¹.

Статистичну обробку результатів проводили із застосуванням пакету програм MS Excel-2013 та SPSS v.23 та t-критерію Стьюдента. За $p \leq 0,05$ різницю вважали статистично значущою.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами дослідження встановлено, що застосування вікасолу викликає незначне підвищення ненасиченості і загального вмісту НЖК у міокарді гусей (табл. 1). Дані коливання реалізуються за рахунок різноспрямованих змін вмісту всього спектру жирних кислот тканини впродовж експерименту.

Жирнокислотний склад ліпідів міокарду гусей контрольної та дослідної груп (ω – масова частка, %; N – ненасиченість ЖК, ммоль/г) ($M \pm m, n = 5$)

Fatty acids	Age, days					
	Control group			Experimental group		
	21	28	35	21	28	35
(12:0)	0,024±,001	0,027±,001	0,034±0,002	0,040±0,002*	0,068±0,003*	0,027±0,001*
(12:1)	0,045±0,002	0,11±0,006	0,095±0,005	0,121±0,006*	0,161±0,008*	0,073±0,004*
(13:0)	-	-	-	-	0,014±0,001*	0,018±0,001*
(14:0)	0,190±0,01	0,183±0,009	0,165±0,008	0,186±0,009	0,137±0,007*	0,275±0,014*
(14:1)	-	-	-	-	-	0,033±0,002*
(15:1)	0,028±0,001	0,020±0,001	0,028±0,001	0,018±0,001*	-*	0,047±0,002*
(16:0)	21,376±1,07	20,080±1,000	19,679±0,98	19,040±0,950	20,866±1,040	18,118±0,910
(16:1)	1,117±0,056	1,062±0,053	1,264±0,063	1,014±0,051	1,051±0,053	2,507±0,125*
(17:0)	0,121±0,006	0,143±0,007	0,149±0,007	0,100±0,005*	0,099±0,005*	0,183±0,009*
(17:1)	-	0,038±0,002	0,048±0,002	0,045±0,002*	0,073±0,004*	0,070±0,004*
(18:0)	20,893±1,050	21,233±1,060	19,469±0,97	19,518±0,980	19,155±0,960	18,053±0,900
(18:1)	24,067±1,200	25,258±1,260	24,361±1,22	23,780±1,190	25,758±1,290	22,210±1,110
(18:2)	12,826±0,640	11,701±0,590	12,696±0,64	12,738±0,640	9,543±0,480*	15,090±0,750*
(18:3)	0,453±0,023	0,303±0,015	0,643±0,032	0,366±0,018*	0,331±0,017	0,976±0,049*
(20:0)	0,729±0,036	0,907±0,045	0,858±0,043	0,793±0,040	0,755±0,038*	1,200±0,060*
(20:1)	0,323±0,016	0,274±0,014	0,31±0,016	0,424±0,021*	0,257±0,013	0,474±0,024*
(20:2)	0,721±0,036	0,613±0,031	0,646±0,032	0,698±0,035	0,624±0,031	0,600±0,030
(20:3)	0,353±0,018	0,312±0,016	0,329±0,016	0,362±0,018	-*	0,344±0,017
(20:4)	12,622±0,63	13,862±0,690	15,084±0,75	11,358±0,570	16,492±0,830*	15,160±0,760
(22:0)	1,239±0,062	1,542±0,077	1,353±0,068	1,810±0,091*	1,491±0,075	1,147±0,057
(22:1)	-	0,324±0,016	0,162±0,008	0,220±0,011*	0,289±0,014	0,169±0,008
(24:0)	0,347±0,017	0,295±0,015	0,371±0,019	0,391±0,020	0,238±0,012*	0,479±0,024
(22:3)	0,265±0,013	0,220±0,011	0,279±0,014	0,454±0,023*	0,298±0,015*	0,332±0,017
(22:4)	0,185±0,009	0,146±0,007	0,207±0,01	0,480±0,024*	0,158±0,008	0,193±0,010
(22:5)	0,450±0,023	-	0,390±0,02	0,706±0,035*	-	-*
(22:6)	0,709±0,035	0,597±0,030	0,696±0,035	0,585±0,029*	0,733±0,037*	1,265±0,063*
(24:1)	0,578±0,029	0,483±0,024	0,528±0,026	1,638±0,082*	0,632±0,032*	0,538±0,027
$\Sigma C, \%$	54,700	55,300	57,800	55,000	56,400	60,100
ΣN	387,200	388,000	421,600	378,800	410,100	445,900

Примітка: тут і в таблиці 2 різниця вірогідна із контролем на рівні * - $p \leq 0,05$.

Зокрема, застосування вікасолу на 21-шу добу онтогенезу ініціює процеси перетворення ліноленої кислоти у докозопентаєнову та ейкозотетраєнову, що підтверджується зниженням її вмісту на 19,2% ($p \leq 0,05$) та підвищенням концентрації 22:4 і 22:5 на 159,5% ($p \leq 0,05$) і 56,9% ($p \leq 0,05$). Зміни реалізуються шляхом активації відповідних елонгаз та десатураз- $\Delta 4$ і $\Delta 5$ [6]. У той же час блокується конвертація докозопентаєнової кислоти у докозогексаєнову, уміст якої у цей період нижчий на 17,5% ($p \leq 0,05$) відносно контрольної групи. Це може бути пов'язано з участю цієї кислоти в механізмах передачі нервових імпульсів [12, 26], що є важливим фактором у функціонуванні серцевого м'яза. Також відомо про участь докозогексаєнової

кислоти в механізмах модифікації складу фосфоліпідів клітинних мембран кардіоміоцитів, що впливає на іонні канали та транспортери [18] і може бути пов'язано із функціонуванням серцевого м'яза. Додатково в цей період спостерігається накопичення інших ненасичених жирних кислот у дослідній групі 20:1, 22:1 22:3 і 24:1 на 31,3% ($p \leq 0.05$), 100% ($p \leq 0.05$), 71,3% ($p \leq 0.05$) і 183,4% ($p \leq 0.05$) відносно контролю.

На 28-му добу онтогенезу вікасол запускає каскад біотрансформації ліноленової та ейкозатриєнової кислот в арахідонову [6], уміст якої збільшується на 19,0% ($p \leq 0.05$) відносно контрольної групи, відповідно концентрація 18:2 знижується на 18,4% ($p \leq 0.05$) і повністю використовується 20:3 ($p \leq 0.05$), що, вірогідно, є причиною повного виснаження 22:5, оскільки зазначена жирна кислота може бути синтезована із 18:2 через проміжне утворення 20:3 [29]. Накопичення арахідонової кислоти в період формування контурного пір'я є логічним, адже вона відіграє важливі функції в організмі: входить до складу фосфоліпідів клітинних мембран, взаємодіє з білковими комплексами і тим самим впливає на функціонування рецепторів клітин, транспортних та сигнальних систем [18], що на фоні інтенсифікації анаболічних процесів є необхідною умовою. Окрім цього, ця кислота бере участь у синтезі гормонів місцевої дії – тромбоксанів і лейкотрієнів, які підвищують проникність клітинних мембран у тканині [6]. У той же час метаболіти похідних ω -3-жирних кислот стабілізують мембрани, тому важливою є підтримка співвідношення ω -3 до ω -6 ненасичених жирних кислот [18], що реалізується шляхом залучення відповідних елонгаз та десатураз через активацію ядерних рецепторів PPARs, які регулюють перетворення жирних кислот [20]. З іншого боку, дані перебудови можуть бути наслідком відповіді на вікасол-індуковану продукцію активних форм оксигену, яка реалізується через активацію кінцевими продуктами розпаду ліпідів транскрипційного фактору Nrf2 [16]. Такий механізм є найбільш вірогідним, оскільки, за результатами попередніх робіт [36], уміст кінцевих продуктів ліпідної пероксидації у досліджених тканинах за тиждень до зареєстрованих змін підвищується. Також у цей період спостерігаються значні достовірні коливання вмісту інших жирних кислот відносно контрольної групи, зокрема підвищується на 35,5% ($p \leq 0.05$), 22,8% ($p \leq 0.05$) і 30,9% ($p \leq 0.05$) вміст поліненасичених 22:3, 22:6 і 24:1.

Наприкінці експерименту в міокарді дослідної групи тварин спостерігається підвищення загальної ненасиченості на 5,7%, що реалізується за рахунок достовірного підвищення вмісту ненасичених кислот 16:1, 17:1, 18:2, 18:3, 20:1, 22:6 на 98,3% ($p \leq 0.05$), 45,8% ($p \leq 0.05$), 18,9% ($p \leq 0.05$), 51,8% ($p \leq 0.05$), 52,9% ($p \leq 0.05$), 81,8% ($p \leq 0.05$) порівняно з контролем. У той же час, повністю відсутня в дослідній тканині докозопентаєнова кислота. Особливо варто відзначити підвищення вмісту пальмітоолеїнової кислоти в 1,98 рази ($p \leq 0.05$), оскільки ця кислота проявляє цитопротекторний ефект [30] та може використовуватись як субстрат, що підвищує резистентність клітини до пошкоджуючої дії активних форм Оксигену та ліпофільних ксенобіотиків.

Вміст олеїнової кислоти, що формує основний пул жирних кислот, за дії препарату впродовж експерименту, вірогідно, не змінювався, що свідчить про підтримання балансу між прооксидантно-антиоксидантними процесами, оскільки, згідно з літературними даними, вона є основним ендогенним акцептором активних форм Оксигену (АФО) і лише після окиснення олеїнової кислоти залишкові АФО реагують з іншими НЖК [18].

Також встановлена доволі висока специфічність динаміки вмісту докозопентаєнової кислоти, яка полягає в повному виснаженні її пулу на 28- і 35- добу за дії препарату. Вміст іншої довголанцюгової полієнової кислоти – 22:6 в міокарді за дії вікасолу достовірно змінювався порівняно з контрольною групою впродовж усього експерименту. Однак більш суттєві зміни між групами спостерігались на 35-у добу, що забезпечується шляхом активації її попереднього синтезу з прекурсору – ліноленової кислоти [23, 32], уміст якої в цей період у міокарді дослідних тварин доволі високий і обумовлений, швидше за все, надходженням цих компонентів із кормами.

Отже, результати роботи можуть бути використані в сільськогосподарській практиці для підвищення якості продукції птахівництва та опірності сільськогосподарської птиці до несприятливих чинників.

Висновки

За результатами роботи встановлено специфічну дію вікасолу на вміст окремих жирних кислот у міокарді гусей, зокрема, на 21-шу добу підвищується вміст докозопентаєнової кислоти на 36,3% при зниженні докозогексаєнової і ліноленої в межах 21–24%; на 28-му добу підвищується вміст ейкозатетраєнової і докозогексаєнової кислот при зниженні лінолевої на 22,6%; на 35-ту добу вміст основних ненасичених жирних кислот (пальмітолеїнової, лінолевої, ліноленої і докозогексаєнової) підвищується при повному виснаженні докозопентаєнової кислоти. Такі зміни призводять до незначного підвищення ненасиченості на 28-му і 35-ту добу, та загального вмісту окремих незамінних жирних кислот на 21-шу, 28-му і 35-ту добу онтогенезу. У цілому, вікасол залежно від фізіологічного стану організму може стимулювати процеси біосинтезу та катаболізму окремих жирних кислот.

1. Aoganghua A., Nishiumi S., Kobayashi K., Nishida M., Kuramochi K., Tsubaki K., Hirai M., Tanaka S., Azuma T., Yoshida H., Mizushina Y., Yoshida M. Inhibitory effects of vitamin K₃ derivatives on DNA polymerase and inflammatory activity. *International Journal of Molecular Medicine*. 2011. Vol. 28, № 6. P. 937–945. doi: 10.3892/ijmm.2011.773.
2. Arnold W., Giroud S., Valencak T. G., Ruf T. Ecophysiology of Omega Fatty Acids: A Lid for Every Jar. *Physiology*. 2015. № 30. P. 232–240. doi: 10.1152/physiol.00047.2014.
3. Baran I., Ionescu D., Filippi A., Mocanu M. M., Iftime A., Babes R. Tofolean I. T., Irimia R., Goicea A., Popescu V., Dimancea A., Neagu A., Ganea C. Novel insights into the antiproliferative effects and synergism of quercetin and menadione in human leukemia Jurkat T cells. *Leukemia Research*. 2014. Vol. 38, № 7. P. 836–849. doi: 10.1016/j.leukres.2014.04.010.
4. Bolton J. L., Dunlap T. Formation and Biological Targets of Quinones: Cytotoxic versus Cytoprotective Effects. *Chem Res Toxicol*. 2017. Vol. 30, № 1. P. 13–37. doi: 10.1021/acs.chemrestox.6b00256.
5. Carter W. A., Whiteman J. P., Cooper-Mullin C., Newsome S. D., McWilliams S. R. *Physiol Biochem Zool*. 2019. Vol. 92, № 2. P. 239–251. doi: 10.1086/702667.
6. Cherian G. Nutrition and metabolism in poultry: role of lipids in early diet. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2015. Vol. 6, № 1. P. 28. doi: 10.1186/s40104-015-0029-9.
7. Guglielmo C. G. Move that fatty acid: fuel selection and transport in migratory birds and bats. *Integr Comp Biol*. 2010. № 50. P. 336–45.
8. Hassan G. S. Menadione. *Profiles Drug Subst Excip Relat Methodol*. 2013. № 38. P. 227–313. doi: 10.1016/B978-0-12-407691-4.00006-X.
9. Huber G. A., Priest S. M., Geisbuhler T. P. Cardioprotective Effect of Hydroxysafflor Yellow A via the Cardiac Permeability Transition Pore. *Planta Med*. 2018. Vol. 84, № 8. P. 507–518. doi: 10.1055/s-0043-122501.
10. Hulbert J. Metabolism and longevity: is there a role for membrane fatty acids? *Integr Comp Biol*. 2010. № 50. P. 808–817.
11. Jan Y. H., Richardson J. R., Baker A. A., Mishin V., Heck D. E., Laskin D. L., Laskin J. D. Vitamin K₃ (menadione) redox cycling inhibits cytochrome P450-mediated metabolism and inhibits parathion intoxication. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2015. Vol. 288, №1. P. 114–120. doi: 10.1016/j.taap.2015.07.023.
12. Khyzhnyak S. V., Mityk S. V., Sysoliatin S. V., Voitsitsky V. M. Fatty acids composition of inner mitochondrial membrane of rat cardiomyocytes and hepatocytes during hypoxia-hypercapnia. *Ukr.Biochem.J*. 2016. Vol. 88, № 3. P. 92–98. doi: https://doi.org/10.15407/ubj88.03.092.
13. Kim E. H., Kim M. K., Yun H. Y., Baek K. J., Kwon N. S., Park K. C., Kim D. S. Menadione (Vitamin K₃) decreases melanin synthesis through ERK activation in Mel-Ab cells. *Eur J Pharmacol*. 2013. Vol. 718, № 1–3. P. 299–304. doi: 10.1016/j.ejphar.2013.08.018.
14. Klaiman J. M., Price E. R., Guglielmo C. G. Fatty acid composition of pectoralis muscle membrane, intramuscular fat stores and adipose tissue of migrant and wintering white-throated sparrows (*Zonotrichia albicollis*). *J Exp Biol*. 2009. № 212. P. 3865–3872. doi: 10.1242/jeb.034967.
15. Liang S., Ping Z., Ge J. Coenzyme Q10 Regulates Antioxidative Stress and Autophagy in Acute Myocardial Ischemia-Reperfusion Injury. *Oxid Med Cell Longev*. 2017. № 2017. P. 9863181. doi: 10.1155/2017/9863181.
16. Ma Q. Role of nrf2 in oxidative stress and toxicity. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*. 2013. № 53. P. 401–426. doi: 10.1146/annurev-pharmtox-011112-140320.
17. Marchionatti A. M., Pacciaroni A., Tolosa de Talamoni N. G. Effects of quercetin and menadione on intestinal calcium absorption and the underlying mechanisms. *Comparative Biochemistry and Physiology*.

- Part A: Molecular & Integrative Physiology. 2013. Vol. 164, № 1. P. 215–220. doi: 10.1016/j.cbpa.2012.09.007.
18. Marry R., Grenner D., Mayes P., Rodwell V. Biochemistry of Humans [Russian translation], Vol. 2, Mir, Moscow (1993).
 19. McCue M. D., O. Amitai, I. Khozin-Goldberg, S. R. McWilliams, and B. Pinshow. Effect of dietary fatty acid composition on fatty acid profiles of polar and neutral lipid tissue fractions in zebra finches, *Taeniopygia guttata*. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2009. № 154. P. 165–172. doi: 10.1016/j.cbpa.2009.06.002.
 20. Michalik L, Auwerx J, Berger JP, Chatterjee VK, Glass CK, Gonzalez FJ et al. «International Union of Pharmacology. LXI. Peroxisome proliferator-activated receptors». *Pharmacological Reviews*. 2006. Vol. 58, № 4. P. 726–741. doi: 10.1124/pr.58.4.5.
 21. Molinari C., Morsanuto V., Polli S., Uberti F. Cooperative Effects of Q10, Vitamin D3, and L-Arginine on Cardiac and Endothelial Cells. *J Vasc Res*. 2018. Vol. 55, № 1. P. 47–60. doi: 10.1159/000484928.
 22. Moskalenko N. I., Komarovska-Porohniavets O. Z., Iskiv O. P., Stadnytska N. E. Biological and pharmacological aspects of quinones. *Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Chemistry, technology of substances and their application*. 2008. № 609. P. 124–130.
 23. Nakamura M. T., Nara T. Y. Structure, function, and dietary regulation of delta6, delta5, and delta9 desaturases. *Annual Review of Nutrition*. 2004. № 24. P. 345–376. doi: 10.1146/annurev.nutr.24.121803.063211.
 24. Oh S. J., Han H. K., Kang K. W., Lee Y. J., Lee M. Y. Menadione serves as a substrate for P-glycoprotein: implication in chemosensitizing activity. *Arch Pharm Res*. 2013. Vol. 36, № 4. P. 509–516. doi: 10.1007/s12272-013-0052-3.
 25. Palmer F. B. S-C. The extraction of acidic phospholipids in organic solvent mixtures containing water. *Biochim. Biophys Acta*. 1971. № 231. P. 134–144. doi: 10.1016/0005-2760(71)90261-x.
 26. Salem N. Jr., Litman B., Kim H. Y., Gawrisch K. Mechanisms of action of docosahexaenoic acid in the nervous system. *Lipids*. 2001. Vol. 36, № 9. P. 945–959. doi: 10.1007/s11745-001-0805-6.
 27. Shimozuru M., Kamine A., Tsubota T. Changes in expression of hepatic genes involved in energy metabolism during hibernation in captive, adult, female Japanese black bears (*Ursus thibetanus japonicus*). *Comp Biochem Physiol Part B Biochem Mol Biol*. 2012. № 163. P. 254–261. doi: 10.1016/j.cbpb.2012.06.007.
 28. Skrip M. M., McWilliams S. R. Oxidative balance in birds: An atoms-to-organisms-to ecology primer for ornithologists. *J F Ornithol*. 2016. № 87. P. 1–20. doi: <https://doi.org/10.1111/jofo.12135>.
 29. Teale M. C. Omega 3 Fatty Acid Research / Teale. – New York: Nova Science Pub Inc., 2006. – 301 c.
 30. Titov V. N. Oleic fatty acid, Oleic, linoleic, linolenic low-density lipoproteins. *Klin lab diagn*. 2006. № 6. P. 3–13.
 31. Vukomanovic D., Rahman M. N., Bilokin Y., Golub A. G., Brien J. F., Szarek W. A., Jia Z., Nakatsu K. In vitro Activation of heme oxygenase-2 by menadione and its analogs. *Med Gas Res*. 2014. Vol. 4, № 1. P. 4. doi: 10.1186/2045-9912-4-4.18.
 32. Wallis J. G., Watts J. L., Browse J. Polyunsaturated fatty acid synthesis: what will they think of next? *Trends in Biochemical Sciences*. 2002. Vol. 27, № 9. P. 467. doi: [https://doi.org/10.1016/S0968-0004\(02\)02168-0](https://doi.org/10.1016/S0968-0004(02)02168-0).
 33. Wiraswati H. L., Hangen E., Sanz A. B., Lam N. V., Reinhardt C., Sauvat A., Mogha A., Ortiz A., Kroemer G., Modjtahedi N. Apoptosis inducing factor (AIF) mediates lethal redox stress induced by menadione. *Oncotarget*. 2016. Vol. 7, № 47. P. 76496–76507. doi: 10.18632/oncotarget.12562.
 34. Xu J., Tang S., Yin B., Sun J., Song E., Bao E. Co-enzyme Q10 and acetyl salicylic acid enhance Hsp70 expression in primary chicken myocardial cells to protect the cells during heat stress. *Mol Cell Biochem*. 2017. № 435 (1–2). 73–86. doi: 10.1007/s11010-017-3058-1.
 35. Yakoviichuk O. V., Ruban H. V., Danchenko O. O. Influence of vicasol on the activity of Krebs cycle enzymes, antioxidant system and peroxide oxidation in the muscles of geese. *Animal Husbandry Products Production and Processing*. 2017. Vol. 134, № 1-2. P. 105–112.
 36. Yakoviichuk O. V., Danchenko O. O., Danchenko M. M., Fedorko A. S., Haponenko T. M. Influence of vicasol on oxidative reducing processes of myocardium geese. *Issues of bioindication and ecology*. 2019. 24 (1). C. 133–144. doi: <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2019-24/1-11>.
 37. Zdorovtseva L. M., Khromishev V. O., Danchenko O. O. Geese fatty acid composition of brain and heart lipids in hypo-and hyperoxia. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2012; 2 (3): 9–18. doi: [dx.doi.org/10.15421/20122_30](https://doi.org/10.15421/20122_30).

¹O. V. Yakoviichuk, ^{1,2}O. O. Danchenko, ²M. M. Danchenko, ¹A. S. Fedorko, ¹I. O. Kulyk

¹Bohdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Ukraine

²Dmytro Motorny Tavsia State Agrotechnological University, Ukraine

FATTY ACID COMPOSITION OF GOOSE MYOCARDIUM AFFECTED BY VICASOL

In science vicasol is known to be relative to the energy and antioxidant systems of tissues closely related to the biosynthesis and oxidation of fatty acids. This effect may cause changes in the fatty acid composition of tissues, and numerous works on the positive effect of quinones and their derivatives on the myocardial function, suggest that the proper dose and feeding can increase the stability and productivity of poultry. The given was aims to study the effect of vicasol on the fatty acid composition of goose myocardium.

Myocardium was chosen as a biological object. Biological material was collected every 7 days throughout the period from the 21st to the 35th day of ontogeny, characterized by the state of physiological tension of geese. Feeding of geese with vicasol at a dose of 0.7 mg / kg body weight began with the 3rd day of ontogeny. Fatty acid analysis in myocardial tissues was performed by gas-liquid chromatography, pre-fabric samples were processed with the method by Palmer (1971) to obtain tissue lipid extracts.

According to the results of the study, due to various changes in the content of the entire spectrum of fatty acids of the tissue during the experiment - the use of vicasol causes a slight increase in the unsaturation and the total content of unsaturated fatty acids in the myocardium of geese. These fluctuations are realized depending on the physiological state of the body. where vicasol can stimulate both the biosynthesis processes of individual fatty acids and their mitochondrial and microsomal oxidation, as evidenced by multidirectional reliable changes in the content of their entire spectrum. In particular, on the 21st day, the content of docosopentaenoic acid increased by 36.3% whereas the content of docosohexaenoic and linolenic acids decreased by an average of 21–24%, on the 28th day the content of eicosatetraic and docosahexaenoic acids increased whereas the content of the linoleic acids dropped by 22.6% in control groups. On the 35th day, the content of basic unsaturated fatty acids: palmitooleic, linoleic, linolenic and docosohexaenoic acids increased in the tissue under the influence of vicasol with complete depletion of docosopentaenoic acid. These fluctuations in fatty acid composition cause a slight increase in the total content of unsaturated fatty acids and increase the unsaturation of myocardial lipids on the 28th and 35th days of ontogeny of geese. Based on previous results regarding the antioxidant state of myocardium affected by vicasol and the given findings, which prove changes in the content of the entire spectrum of fatty acids during the selected ontogeny, vicasol can be used in poultry farming as a tool to improve the quality and the resilience of poultry.

Key words: vicasol, fatty acids, geese.

Надійшла 26.07.2019.

О. З. ЯРЕМЧУК, К. А. ПОСОХОВА, О. С. ТОКАРСЬКИЙ

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського

Майдан Волі, 1, Тернопіль, 46001

e-mail: yaremchuk@tdmu.edu.ua

ВПЛИВ L-АРГІНІНУ НА РІВЕНЬ СИНТЕЗУ ОКСИДУ АЗОТУ ТА ВМІСТ ГЛІАЛЬНОГО ФІБРИЛЯРНОГО КИСЛОГО ПРОТЕЇНУ У ГОЛОВНОМУ МОЗКУ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ АНТИФОСФОЛІПІДНОМУ СИНДРОМІ

Досліджено вплив L-аргініну на вміст нітрит-аніонів (NO_2^-), нітрат-аніонів (NO_3^-) та гліального фібрилярного кислого протеїну (GFAP) у мозочку та великих півкулях головного мозку мишей лінії BALB/c з антифосфоліпідним синдромом (АФС).

Встановлено, що за умов АФС у мишей відбувається зростання вмісту GFAP та стабільних метаболітів оксиду азоту NO_2^- та NO_3^- у мозочку та великих півкулях головного мозку відносно контролю. На фоні введення попередника синтезу NO L-аргініну (25 мг/кг) у тварин з АФС відбувається подальше достовірне зростання вмісту NO_2^- та NO_3^- у мозочку та великих півкулях головного мозку. Введення L-аргініну не викликає достовірних змін показників загального вмісту GFAP у зразках великих півкуль головного мозку, а вміст ізоформи GFAP (49-37 kDa) знижується. У мозочку встановлено зростання загального вмісту GFAP та GFAP (49-37 kDa) порівняно із показниками тварин з АФС.

Отже, зростання вмісту GFAP у мозочку та великих півкулях головного мозку мишей BALB/c за умов АФС вказує на розвиток реактивного астрогліозу. Наслідки введення попередника синтезу NO L-аргініну за умов АФС, опосередковано підтверджують роль NO у регулюванні експресії GFAP в астроцитах при АФС.

Ключові слова: антифосфоліпідний синдром, оксид азоту, гліальний фібрилярний кислий протеїн, мозочок, великі півкулі головного мозку, L-аргінін.

Антифосфоліпідний синдром (АФС) – аутоімунне захворювання, яке характеризується судинними тромбозами, патологією вагітності, наявністю в крові антифосфоліпідних антитіл до негативно заряджених фосфоліпідів мембран клітин [12, 19]. Патогенетичними механізмами розвитку АФС є вазоспазм, гіперкоагуляція у плазмовій ланці гемостазу, що призводить до виникнення тромбозів у мікроциркуляторному руслі [14]. Артеріальні тромбози у хворих з антитілами до фосфоліпідів розвиваються в різних органах, найчастіше в артеріях головного мозку, що призводить до виникнення ішемічного інсульту [19, 11, 15].

Однією із ланок, що відіграють роль у механізмах розвитку АФС, є система оксиду азоту (NO) [12, 18]. За нормальних умов NO постійно утворюється в головному мозку [4]. Джерелом NO в ЦНС є нейрони, нейрогліальні клітини (астроцити), клітини мікроглії та ендотелій кровеносних судин. Відомо, що утворення NO в мозку відбувається з амінокислоти L-аргініну за участю трьох ізоформ NO-синтази: нейрональної (nNOS), ендотеліальної (eNOS) і індукцйбельної (iNOS) [1, 5]. NO контролює осциляторну активність нейронів і модулює міжнейрональні комунікації, синаптичну пластичність, стан рецепторів, внутрішньоклітинну передачу сигналу, вивільнення нейротрансмітерів [4]. Доведено, що при АФС порушується синтез і біодоступність NO [18]. За даними інших дослідників [7] збільшення концентрації нітрат-аніонів у пацієнтів з АФС свідчить про порушення функції ендотелію.

Вищезазначене та відсутність єдиної точки зору щодо участі системи NO у механізмах розвитку АФС є підґрунтям для здійснення досліджень у даному напрямку та встановлення можливостей корекції ускладнень АФС за допомогою модуляторів синтезу NO.

Мета роботи – дослідити вплив L-аргініну на вміст нітрит-аніонів (NO_2^-) і нітрат-аніонів (NO_3^-) та вміст гліального фібрилярного кислого протеїну (GFAP) у мозочку та великих півкулях головного мозку мишей BALB/c з антифосфоліпідним синдромом.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили на 30 мишах-самках лінії BALB/c, яких утримували на стандартному раціоні віварію. Експерименти здійснювали з дотриманням принципів біоетики відповідно до «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених на Першому Національному конгресі з біоетики (Київ, 2000) та узгоджених з положеннями «Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1986) та Директиви Європейського Союзу 2010/10/63 ЕУ щодо експериментів на тваринах.

АФС моделювали за допомогою кардіоліпіну («Sigma», США), який вводили внутрішньом'язово чотири рази (30 мкг на 1 ін'єкцію, проміжки між ін'єкціями становили 14 діб) [6]. Для підвищення ефективності імунної відповіді кардіоліпін емульгували в 75 мкл повного ад'юванту Фрейнда (перша ін'єкція), наступні ін'єкції проводили з неповним ад'ювантом Фрейнда. АФС формувався через 2 тижні після останньої ін'єкції кардіоліпіну. Для підтвердження розвитку АФС проводили реакцію мікропреципітації з кардіоліпіновим антигеном, з використанням тест-системи «Антиген кардіоліпіновий, для реакції мікропреципітації» («Біолік», Україна) [6].

Піддослідних тварин поділили на 3 групи: 1 (контроль) – інтактні тварини; 2 – тварини з експериментальним АФС, 3 – тварини з АФС, яким вводили L-аргініну гідрохлорид («Sigma», США 25 мг/кг) внутрішньоочеревинно один раз на день, повторно – упродовж 10 діб після формування АФС [8]. Тварини контрольної групи отримували внутрішньоочеревинно ідентичні об'єми розчинника. Через 10 діб після початку терапії тварин виводили з експерименту в умовах тіопентал-натрієвого наркозу (внутрішньоочеревинне введення 1% розчину з розрахунку 50 мг/кг маси тварини). Для дослідження використовували гомогенати мозочку, великих півкуль головного мозку та сироватку крові.

Електрофорез у поліакриламідному гелі за присутності додецилсульфату натрію (SDS-РААГ-електрофорез) проводили за загальноприйнятою методикою [17] у mini-gel камері виробництва BioRad. Для визначення молекулярної маси протеїнів паралельно наносили забарвлені протеїни-маркери виробництва Fermentas (# SM0671).

Імуноблотинг GFAP проводили за загальноприйнятою методикою [20]. З метою імунохімічної детекції GFAP після закінчення електрофорезу протеїни переносили з гелю на нітроцелюлозні мембрани (GE Healthcare, Amersham Bioscience, RPN 203D, діаметр пор 0,45 мкм) методом електроблоту. Після переносу місця неспецифічного зв'язування антитіл на мембранах блокували у 5%-му розчині знежиреного сухого молока («Carnation», США) протягом 120 хв. при 37°C. Після блокування мембрани обробляли антитілами проти ГФКП (anti-GFAP, Santa Cruz Biotechnology, sc-9065) у відношенні розчину 1:2500 при 4°C протягом ночі. Після інкубації з первинними антитілами мембрани відмивали у 5 змінах забуференого фізіологічного розчину, що містив 0,1% Tween-20 (PBS-T) та обробляли відповідними вторинними антитілами проти імуноглобуліну G, кон'югованими з пероксидазою хрому (Sigma Aldrich, США, A0545), узятими у відношенні 1:5000, протягом 90 хв. при температурі 37 °C.

Візуалізацію комплексу антиген-антитіло (головна поліпептидна зона 49 кДа) проводили з використанням субстрату пероксидази (0,02% H₂O₂) та хромогену (0,01% діамінобензидину). Денситометричний аналіз імунореактивних зон проводили із застосуванням програми TotalLab TL120 (Nonlinear Inc, США). Вміст GFAP виражали в умовних одиницях.

Про вміст NO в мозочку та великих півкулях головного мозку робили висновок за кількістю його стабільних метаболітів нітрит-аніонів (NO₂⁻) та нітрат-аніонів (NO₃⁻). Вміст нітрит-аніонів визначали високоспецифічним спектрофотометричним методом Гріна за даними кольорової реакції з реактивом Гріса [16]. Відновлення нітратів до нітритів здійснювали металічним цинком в оцтовокислому розчині. Іони NO₂⁻ виявляли діазореакцією з реактивом Гріса з наступним колориметричним визначенням [2]. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програми STATISTICA 10. Порівняння отриманих величин проводили з використанням U-критерію Манна-Уїтні. Зміни вважали достовірними при p ≤ 0,05.

Результати досліджень та їх обговорення

При визначенні наявності антикардіоліпінових антитіл (аКЛ) за допомогою реакції мікропреципітації встановлено, що у тварин 1-ї групи (контроль) реакція мікропреципітації була негативною, а в експериментальних мишей 2-ї і 3-ї груп позитивною, що підтверджувало розвиток АФС [6].

Встановлено, що у мишей з АФС відбувається зростання вмісту стабільних метаболітів оксиду азоту NO_2^- та NO_3^- у мозочку на 46% та 41%, а також у великих півкулях головного мозку на 28% та 20% відповідно, порівняно із показниками інтактних тварин (таблиця 1). На фоні введення попередника синтезу NO L-аргініну у тварин з АФС встановлено подальше зростання вмісту NO_2^- та NO_3^- у мозочку на 24% та 14%, відносно показників 2-ї групи – мишей з АФС. При введенні L-аргініну вміст NO_2^- у великих півкулях головного мозку достовірно не змінювався, а вміст NO_3^- збільшувався на 13% порівняно з показниками тварин контрольної патології (див. таблицю 1).

Таблиця 1

Вміст NO_2^- та NO_3^- у мозочку та великих півкулях головного мозку мишей BALB/c при антифосфоліпідному синдромі та застосуванні L-аргініну ($M \pm m$, $n=10$)

Група тварин	Показник			
	Мозочок		Великі півкулі	
	NO_2^- , мкмоль/кг	NO_3^- , мкмоль/кг	NO_2^- , мкмоль/кг	NO_3^- , мкмоль/кг
контроль	3,37±0,08	16,76±0,45	2,79±0,08	14,78±0,34
АФС	4,90±0,14 $p < 0,001$	23,71±0,83 $p < 0,001$	3,57±0,15 $p < 0,005$	17,69±0,52 $p < 0,005$
АФС+ L-аргінін	5,58±0,18 $p_1 < 0,05$	29,49±0,88 $p_1 < 0,005$	3,41±0,05 $p_1 > 0,05$	20,02±0,44 $p_1 < 0,05$

Примітки:

P – достовірно відмінне від відповідних значень в контрольній групі.

P_1 – достовірно відмінне від відповідних значень в групі тварин з АФС.

Ефекти NO в організмі реалізуються шляхом метаболізму в трьох основних реакціях: 1) із супероксидним радикалом; 2) з білками, що містять гемове і негемове залізо; 3) з тіолами і вторинними амінами [1, 4].

Активация eNOS спостерігається при підвищенні швидкості кровотоку. Збільшення eNOS-залежного синтезу NO в основному сприятливе для організму, захищає його від гіпертензії, тромбозів, спазмів судин, вільнорадикального пошкодження. Експресія iNOS призводить до гіперпродукування NO. Механізми ушкодження нейронів при гіперпродукуванні NO універсальні. Надлишкова кількість оксиду азоту пригнічує ферменти дихального ланцюга мітохондрій, циклу Кребса і синтез ДНК [4, 5].

Реутов В. П. і співавтори [1] запропонували нову концепцію регуляції мозкового кровообігу, згідно з якою NO виконує роль інтегруючого елемента в функціонуванні нервової системи. NO – ефективний регулятор нейронів, глії та судин, включаючи капіляри мозку, забезпечує нормальну роботу всіх систем модульної нейроархітектоніки мозку і їх структурно-функціональну єдність [1].

GFAP дуже швидко вивільняється в кров після пошкодження мозку і є інформативним показником перебігу широкого кола нейродегенеративних розладів. GFAP міститься в основному в протоплазматичних астроцитах у межах сірої речовини, фіброзних астроцитах білої речовини, радіальній глії мозочка та в астроцитах, що вистилають шлуночки мозочка [3, 10]

Блоотограми зразків великих півкуль головного мозку та мозочку (антитіла проти GFAP) мишей BALB/c представлено на рис. 1.

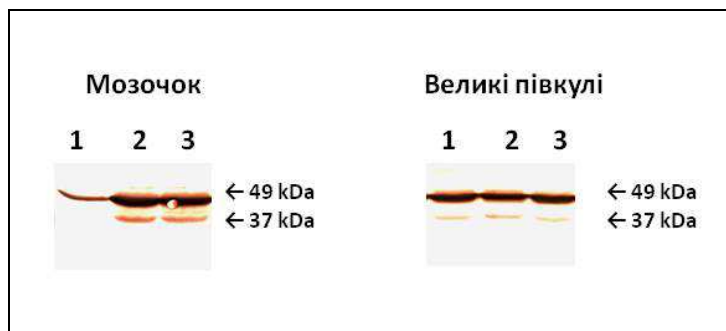


Рис. 1. Вестерн-блот аналіз зразків мозочку та великих півкуль головного мозку контрольних мишей BALB/c та експериментальних мишей з АФС (антитіла проти GFAP). Умовні позначення: 1 – Контроль; 2 – Антифосфоліпідний синдромом (АФС); 3 – АФС + L-аргінін.

У ході дослідження встановлено, що за умов експериментального АФС у зразках великих півкуль головного мозку зростає загальний вміст GFAP на 18% та ізоформи GFAP (49-37 kDa) на 55% порівняно з показниками контрольної групи (рис. 2 А). Встановлено зростання загального вмісту GFAP у мозочку мишей з АФС в 2,8 раза та GFAP (49–37 kDa) в 6,4 раза порівняно із показниками тварин 1-ї групи (рис. 2 В).

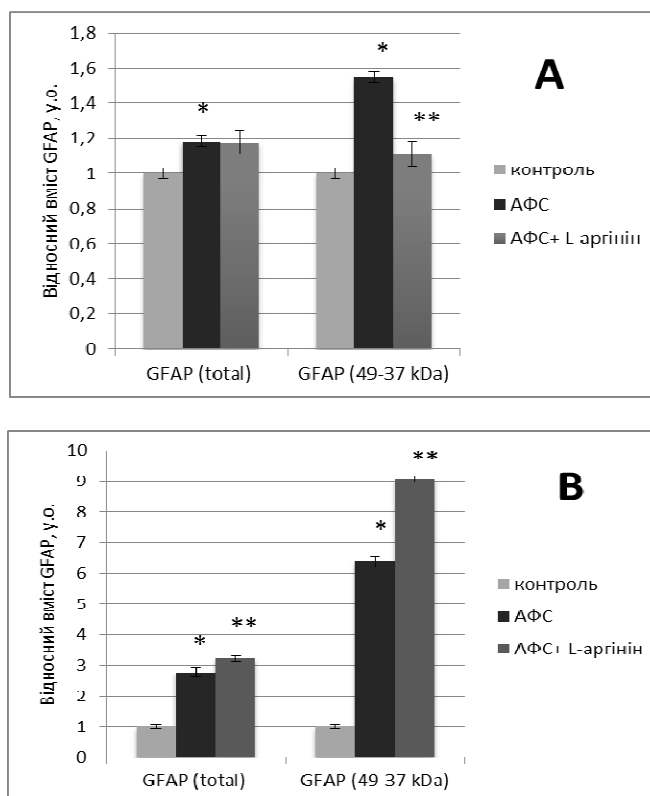


Рис. 2. Кількісні результати Вестерн-блот аналізу гліального фібрилярного кислого протеїну (GFAP) у зразках великих півкуль головного мозку (А) та мозочку (В) контрольних та експериментальних мишей BALB/c з АФС та при застосуванні L-аргініну: результати денситометрії, ($M \pm m$, $n=10$).

Примітки. * – достовірно відмінне від відповідних значень в контрольній групі $P < 0,05$;

** – достовірно відмінне від відповідних значень в групі тварин з АФС $P < 0,05$.

Як показали результати наших досліджень, введення мишам BALB/c з АФС попередника синтезу NO L-аргініну не викликало достовірних змін загального вмісту GFAP у зразках великих півкуль головного мозку, а вміст GFAP (49-37 kDa) знижувався на 28%, порівняно з аналогічними показниками у групі тварин з експериментальним АФС (див. рис. 2 А). При введенні L-аргініну мишам з АФС у мозочку встановлено зростання загального вмісту GFAP на 17% ($p < 0,05$) та GFAP (49-37 kDa) на 42% ($p < 0,05$) порівняно із показниками 2-ї групи тварин з АФС (див. рис. 2 В).

Зростання вмісту GFAP у мозочку та великих півкулях головного мозку мишей BALB/c за умов АФС порівняно з контрольними тваринами вказує на розвиток реактивного астрогліозу у відповідь на розвиток патології. Отримані нами результати узгоджуються з даними про те, що пошкодження нервової тканини індукує інтенсивну проліферацію та гіпертрофію астроцитів, які супроводжуються прискореним синтезом GFAP [10].

Наявність низькомолекулярного поліпептиду GFAP 37 kDa у зразках великих півкуль головного мозку та, більшою мірою, у тканині мозочка мишей BALB/c з експериментальним АФС є ознакою протеолітичної деградації цього протеїну, стабільного в нормі, що свідчить про перебудову проміжних філаментів цитоскелету астроцитів.

Нейрони, які синтезують NO, складають близько 1–2% від загальної кількості нервових клітин ЦНС і локалізуються в більшості відділів мозку. Відростки нейронів, що містять NOS, розгалужені так, що практично всі нейрони ЦНС розташовуються в межах декількох мікрометрів від джерела NO. Встановлено, що найбільшою мірою NO синтезується в мозочку і середньому мозку [4, 5]. Отримані нами результати узгоджуються з цими даними, оскільки виявлено чутливість саме мозочку до введення попередника синтезу NO L-аргініну, у якому відбувається подальше зростання вмісту GFAP при введенні L-аргініну тваринам з АФС порівняно з мишами з АФС.

Великі півкулі мозку виявилися менш чутливими, ніж мозочок, до дії попередника синтезу NO L-аргініну, оскільки експресія GFAP під впливом L-аргініну у зразках великих півкуль мишей BALB/c з АФС статистично не відрізнялася від значення групи тварин з АФС ($P > 0,05$). Можна припустити, що зареєстроване зниження вмісту GFAP (49-37 kDa) у тканині великих півкуль головного мозку при введенні L-аргініну відбувається у зв'язку з відомим антиоксидантним властивостям L-аргініну [9].

Висновки

1. У мишей лінії BALB/c з АФС відбувається зростання вмісту стабільних метаболітів оксиду азоту NO_2^- та NO_3^- у мозочку та великих півкулях головного мозку відносно контролю.
2. На фоні введення попередника синтезу NO L-аргініну тваринам з АФС відбувається подальше зростання вмісту NO_2^- у мозочку та NO_3^- у мозочку та великих півкулях головного мозку порівняно з показниками тварин контрольної патології.
3. У зразках великих півкуль головного мозку та мозочку тварин з АФС зростає загальний вміст GFAP та GFAP (49-37 kDa) порівняно з показниками контрольної групи.
4. Попередник синтезу NO L-аргінін не викликає змін загального вмісту GFAP у зразках великих півкуль головного мозку мишей BALB/c з АФС, але сприяє зниженню вмісту GFAP (49-37 kDa). У мозочку L-аргінін за цих умов індукує зростання загального вмісту GFAP та GFAP (49-37 kDa) порівняно із показниками тварин з АФС.

1. Гемодинамика мозга: глутаматергическая система и цикл оксида азота в регуляции мозгового кровообращения. Новая концепция / В. П. Реутов и др. *Pacific Medical Journal*. 2017. № 3. Р. 37–45.
2. Кіселик І. О., Луцик М. Д., Шевченко Л. Ю. Особливості визначення нітратів та нітритів у крові хворих на вірусні гепатити та жовтяниці іншої етіології. *Лаб. діагностика*. 2001. № 3. С. 43–45.
3. Краснов В. Астроцитарные белки головного мозга: структура, функции, клиническое значение. *Неврологический журнал*. 2012. № 1. С. 37–42.
4. Куровська В. О., Пішак В. П., Ткачук С. С. Роль оксиду азоту в ішемічних і ішемічнореперфузійних ушкодженнях головного мозку. *Буковинськ. мед. вісн.* 2008. Т. 12, № 4. С. 143–149.
5. Максимович Н. Е. Понятие о нитрооксидергической системе мозга (роль нейрональных источников). *Журнал ГГМУ*. 2003. Vol. 4. Р. 7–10.

6. Морфологічний стан матки та плаценти при експериментальному моделюванні гестаційного антифосфоліпідного синдрому на мишах / Зайченко Г. В. та ін. *Український медичний альманах*. 2011. Т. 14, № 4. С. 136–141.
7. Насонов Е. Л. Антифосфолипидный синдром. Москва: Литтерра, 2004. 440 с.
8. Посохова К. А., Сампара С. Р., Сак І. Ю. Вплив тівортину на перебіг вагітності, стан плодів та новонароджених при експериментальному антифосфоліпідному синдромі. *Медична хімія*. 2013. Т. 15, № 4. С. 26–29.
9. Проблема оксида азота в неврологии / Малахов В. А. и др. Сумы, 2009. 242 с.
10. Тихомиров А. О., Павлова О. С., Недзвєцький В. С. Гліальний фібрилярний кислий протеїн (ГФКП): до 45-річчя відкриття. *Neurophysiology*. 2016. Vol. 48, № 1. С. 58–75.
11. Ульянова О. В., Куташов В. А., Хабарова Т. Ю. Особенности неврологических проявлений у пациентов с антифосфолипидным синдромом. *Вестник КазНМУ*. 2016. № 2. С. 333–338.
12. Arachchillage D. R. J., Laffan M. Pathogenesis and management of antiphospholipid syndrome. *British Journal of Haematology*. 2017. Vol. 178. P. 181–195.
13. Clinical Relevance of Nitric Oxide Metabolites and Nitrate Stress in Thrombotic Primary Antiphospholipid Syndrome / PRJ Ames et al. *The Journal of Rheumatology*. 2010. Vol. 37, № 12. P. 2523–2530.
14. Giannakopoulos B, Krilis S. A. The pathogenesis of the antiphospholipid syndrome. *The New England Journal of Medicine*. 2013. Vol. 368. P. 1033–1044.
15. Graf J. Central Nervous System Manifestations of Antiphospholipid Syndrome. *Rheum Dis Clin North Am*. 2017. Vol. 43, № 4. P. 547–560. doi: 10.1016/j.rdc.2017.06.004.
16. Green L. C., Davie A. W., Golawski J. Analysis of nitrate, nitrite and [¹⁵N] nitrate in biological fluids. *Anal. biochem*. 1982. Vol. 126, № 1. P. 131–138.
17. Laemmli U. K. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*. 1970. Vol. 227. P. 680–685.
18. Mechanisms of Endothelial Dysfunction in Antiphospholipid Syndrome: Association With Clinical Manifestations / M. Velasquez et al. *Front. Physiol*. 2018. Vol. 21, №. 9. P. 1840. doi: 10.3389/fphys.2018.01840 (2018).
19. Neurological manifestations in patients with antiphospholipid syndrome / M. Etemadifar et al. *Ir J neurol*. 2013. Vol. 12, № 4. P. 172–175.
20. Towbin H., Staehelin T., Gordon J. Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1979. Vol. 76, № 9. P. 4350–4354.

References

1. Gemodinamika mozga: glutamatergicheskaja sistema i tsikl oksida azota v regulatsii mozgovogo krovoobrashcheniia. Novaia kontsepsiia / V. P. Reutov i dr. *Pacific Medical Journal*. 2017. №. 3. P. 37–45 (in Russian).
 2. Kiselyk I. O., Lutsyk M. D., Shevchenko L. Yu. Osoblyvosti vyznachennia nitrativ ta nitrytiv u krovii khvorykh na virusni hepatyty ta zhovtianytsi inshoi etiologii. *Lab. diahnozyka*. 2001. № 3. С. 43–45 (in Ukrainian).
 3. Krasnov V. Astrotsitarnye belki golovnoho mozga: struktura, funktsii, klinicheskoe znachenie. *Nevrologicheskii zhurnal*. 2012. № 1. С. 37–42 (in Russian).
 4. Kurovs'ka V. O., Pishak V. P., Tkachuk S. S. Rol' oksydu azotu v ishemichnykh i ishemichnoreperfuzyynykh uskodzhenniakh holovnoho mozku. *Bukovyns'k. med. visn*. 2008. Т. 12, № 4. С. 143–149 (in Ukrainian).
 5. Maksimovich N. E. Poniatie o nitroksidergicheskoy sisteme mozga (rol' neyronal'nykh istochnikov). *Zhurnal GGMU*. 2003. Vol. 4. P. 7–10 (in Russian).
 6. Morfolohichnyy stan matky ta platsenty pry eksperymental'nomu modeliuvanni hestatsiynoho antyfosfolipidnoho syndromu na myshakh / Zaychenko H. V. ta in. *Ukrains'kyi medychnyy al'manakh*. 2011. Т. 14, № 4. С. 136–141 (in Ukrainian).
 7. Nasonov E. L. Antifosfolipidnyy sindrom. Moskva: Litterra, 2004. 440 с (in Russian).
 8. Posokhova K. A., Sampara S. R., Sak I. Yu. Vplyv tivortinu na perebih vahitnosti, stan plodiv ta novonarozhzenykh pry eksperymental'nomu antyfosfolipidnomu syndromi. *Medychna khimiia*. 2013. Т. 15, № 4. С. 26–29 (in Ukrainian).
 9. Problema oksida azota v nevrologii / Malakhov V. A. i dr. Sумы, 2009. 242 с (in Russian).
 10. Tykhomyrov A. O., Pavlova O. S., Nedzvets'kyi V. S. Hliial'nyy fibryliarnyy kyslyy protein (HFКP): do 45-rychchia vidkryttia. *Neurophysiology*. 2016. Vol. 48, № 1. С. 58–75 (in Ukrainian).
- 44 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2019, № 3 (77)

11. Ul'ianova O. V., Kutashov V. A., Khabarova T. Iu. Osobennosti nevrologicheskikh proiavleniy u patsientov s antifosfolipidnym sindromom. *Vestnik KazNMU*. 2016. № 2. С. 333–338 (in Russian).
12. Arachchillage D. R. J., Laffan M. Pathogenesis and management of antiphospholipid syndrome. *British Journal of Haematology*. 2017. Vol. 178. P. 181–195.
13. Clinical Relevance of Nitric Oxide Metabolites and Nitrate Stress in Thrombotic Primary Antiphospholipid Syndrome / PRJ Ames et al. *The Journal of Rheumatology*. 2010. Vol. 37, № 12. P. 2523–2530.
14. Giannakopoulos B, Krilis S. A. The pathogenesis of the antiphospholipid syndrome. *The New England Journal of Medicine*. 2013. Vol. 368. P. 1033–1044.
15. Graf J. Central Nervous System Manifestations of Antiphospholipid Syndrome. *Rheum Dis Clin North Am*. 2017. Vol. 43, № 4. P. 547–560. doi: 10.1016/j.rdc.2017.06.004.
16. Green L. C., Davie A. W., Golawski J. Analysis of nitrate, nitrite and [¹⁵N] nitrate in biological fluids. *Anal. biochem.* 1982. Vol. 126, № 1. P. 131–138.
17. Laemmli U. K. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*. 1970. Vol. 227. P. 680–685.
18. Mechanisms of Endothelial Dysfunction in Antiphospholipid Syndrome: Association With Clinical Manifestations / M. Velasquez et al. *Front. Physiol.* 2018. Vol. 21, № 9. P. 1840. doi: 10.3389/fphys.2018.01840 (2018).
19. Neurological manifestations in patients with antiphospholipid syndrome / M. Etemadifar et al. *Ir J neurol.* 2013. Vol. 12, № 4. P. 172–175.
20. Towbin H., Staehelin T., Gordon J. Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1979. Vol. 76, № 9. P. 4350–4354.

O. Z. Yaremchuk, K. A. Posokhova, O. S. Tokarskyi

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

THE INFLUENCE OF L-ARGININE ON THE LEVEL OF SYNTHESIS OF NITRIC OXIDE AND THE CONTENT OF GLIAL FIBRILLARY ACIDIC PROTEIN IN BRAIN DURING EXPERIMENTAL ANTIPHOSPHOLIPID SYNDROME

The study aims to investigate the influence of L-arginine on the content of nitrite anions (NO₂⁻) and nitrate anions (NO₃⁻) and the content of glial fibrillary acidic protein (GFAP) in the cerebellum and cerebral hemispheres of BALB/c mice with antiphospholipid syndrome.

The studies were performed on 30 female BALB/c mice. The experimental animals were divided into 3 groups: 1 – control (intact) animals; 2 – animals with experimental antiphospholipid syndrome (APS), 3 – animals with APS, which were injected with L-arginine at a dose of 25 mg/kg, intraperitoneally once a day, for 10 consecutive days after the development of APS.

The increase in glial fibrillary acidic protein and stable metabolites of nitric oxide NO₂⁻ and NO₃⁻ in the cerebellum and cerebral hemispheres, relative to the control, was observed in APS-developed BALB/c mice. In case of injection of the precursor of NO synthesis, L-arginine, animals with APS were found to have a further significant increase in the content of NO₂⁻ and NO₃⁻ in the cerebellum and the cerebral hemispheres. The introduction of L-arginine did not cause significant changes in GFAP (total) in cerebral hemispheres. However, GFAP content (49-37 kDa) was decreasing. The cerebellum showed an increase in GFAP (total) and GFAP (49-37 kDa) content, compared to the performance of animals with APS.

Therefore, the increase in the content of GFAP in the cerebellum and the cerebral hemispheres of BALB/c mice under APS indicates the development of reactive astrogliosis. The introduction of the precursor of NO synthesis, L-arginine, is accompanied by an increase in the content of stable metabolites of nitric oxide (NO₂⁻, NO₃⁻) and GFAP in the cerebellum of BALB/c mice, which can indirectly confirm the role of NO in regulating of GFAP expression in astrocytes under APS.

Key words: antiphospholipid syndrome, nitric oxide, glial fibrillary acidic protein (GFAP), cerebellum, cerebral hemispheres, L-arginine.

Надійшла 20.08.2019.

ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК [574.63:574.587](285.3)

doi: 10.25128/2078-2357.19.3.6

О. А. ДАВИДОВ, Д. П. ЛАРІОНОВА

Інститут гідробіології НАН України
пр-т. Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210
e-mail: davydovoleg01@gmail.com

САНІТАРНО-ГІДРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОЗЕРА ВЕРБНЕ ЗА МІКРОФІТОБЕНТОСОМ

За кількісними показниками мікрофітобентосу представлена санітарно-гідробіологічна характеристика озера Вербне, що зазнає антропогенного впливу м. Київ. З'ясована суттєва роль бентонтів у формуванні індикаторних показників мікрофітобентосу. Результати досліджень дозволили класифікувати якість вод у літоральній зоні водойми та встановити, що у літній період відбувається зниження інтенсивності процесів самоочищення та погіршення стану водної екосистеми.

Ключові слова: мікрофітобентос, біоіндикація, санітарно-гідробіологічна характеристика, міська водойма.

На території м. Києва розташовано більше 300 водойм різних за генезисом, морфометричними параметрами, ступенем антропогенного навантаження на їх екосистеми [4]. Основними наслідками антропогенного впливу є зміна їх гідроморфометричних параметрів та гідрологічного режиму, забруднення розсіяним поверхневим стоком з території міста, точкових джерел, інтенсивне рекреаційне використання. Це обумовлює трансформацію структурних та кількісних показників різних угруповань гідробіонтів.

Одним із пріоритетних завдань сучасної санітарної гідробіології є характеристика еколого-санітарного стану водних екосистем (у тому числі їх трофо-сапробіологічного статусу) та його порушення за дії антропогенних факторів. Санітарно-гідробіологічні дослідження зазвичай виконуються у два етапи: перший передбачає загальну характеристику, другий – оцінку еколого-санітарного стану водних об'єктів [13].

Мікрофітобентос широко використовується для санітарно-гідробіологічної характеристики водних об'єктів, оскільки його біоіндикаційні можливості загальновідомі [12]. З широкого набору дескрипторів мікрофітобентосу найбільш інформативними є склад, структура, кількісні показники, дані щодо бентонтів, оскільки характеристика та оцінка базуються на резидентній біоті [10, 14]. Крім загальноприйнятих для санітарно-гідробіологічної характеристики водних екосистем, застосовуються спеціальні підходи і методи, основний з яких – біоіндикація.

Застосування мікрофітобентосу при визначенні ступеня сапробності на основі аутбіоіндикації та порівняння отриманих результатів з відповідними величинами показників, наведеними у «Методиці встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України» (Додаток 2, 4), дозволяє здійснити екологічну класифікацію якості вод за трофо-сапробіологічними (еколого-санітарними) критеріями та віднести їх до визначених категорій якості поверхневих вод [8, 9].

Вивчення санітарно-гідробіологічного стану озера Вербне, яке зазнає антропогенного забруднення поверхневим та ґрунтовим стоком з території житлового масиву Оболонь м. Києва, було розпочато у 80-х роках минулого століття, коли проводились комплексні дослідження за гідрофізичними, гідрохімічними та гідробіологічними характеристиками. З екологічних угруповань гідробіонтів вивчались зоо- та бактеріопланктон, зообентос та фітопланктон [3]. Лише на початку XXI століття мікрофітобентосу як важливому компоненту його водної екосистеми почали приділяти належну увагу [7, 20]. Проте, до сьогодні санітарно-гідробіологічна характеристика водойми за мікрофітобентосом не була представлена.

Мета роботи полягає у санітарно-гідробіологічній характеристиці та екологічній класифікації якості вод оз. Вербне за біоіндикаційними показниками мікрофітобентосу.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом слугували результати досліджень мікрофітобентосу оз. Вербне у 2017 р. Проби мікрофітобентосу відбирали весною, влітку і восени у літоральній зоні на глибині 0,5–1,0 м у трьох повторюваних місцях, вільних від заростей вищої водяної рослинності, з площі близько 40 см². Кількісний підрахунок виконували на рахівній пластині у краплі об'ємом 0,1 см³, відібраній штемпель-піпеткою. Для визначення діатомових водоростей виготовляли препарати з використанням спеціальних середовищ [15].

Таксономічна характеристика мікрофітобентосу наведена у відповідності до класифікаційної системи, прийнятої у флористичному зведенні [18].

У мікрофітобентосі автохтонні та алохтонні компоненти виділені з урахуванням характеристик приуроченості водоростей до певних біотопів [1, 2, 5, 6, 11, 17, 19, 21].

Показники мікрофітобентосу (видове багатство, чисельність, біомаса, домінуючий комплекс) проаналізовані у сезонному аспекті з конкретизацією отриманих даних про резидентну альгофлору та аутбіоіндикатори.

Індекс сапробності [16] розраховували за методом Пантле-Букк у модифікації Сладечека [22].

Трофічний статус водного об'єкту визначали за шкалами градацій величин показників біотичних угруповань [8, 10].

Екологічна класифікація якості вод за результатами біоіндикації сапробності (індексами сапробності) виконана за «Методикою встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України» [9].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами досліджень мікрофітобентосу оз. Вербне встановлено, що навесні видове багатство мікрофітобентосу формувалось 40 внутрішньовидовими таксонами, що належали до 6 відділів. Основу його складали *Bacillariophyta* – 60,0%, *Chlorophyta* та *Euglenophyta* були представлені у рівних частках – по 12,5%, *Cyanoprokaryota* – 10,0% видового різноманіття. Роль інших відділів незначна.

У структурі мікрофітобентосу за видовим багатством важлива роль належала автохтонним компонентам (облігатним та факультативним бентонтам), які налічували 20 видів і внутрішньовидових таксонів (50,0%). Серед алохтонів більш представлені планктонти – 12 (30,0%).

Кількісні показники мікрофітобентосу коливались у широких межах 45–1806 тис. кл/10 см² за чисельністю та 0,047–0,060 мг/10 см² за біомасою. Провідну роль у їх формуванні відігравали як бентонти (*Aneumastus tusculus* (Ehrenb.) D.G. Mann et Sticle, *Oscillatoria agardhii* Gom., *O. amphibia* Agardh), які були основними компонентами відповідного комплексу, так і планктонти (*O. planctonica* Wolosz., *O. redekei* van Goor.).

Результати аутбіоіндикації дозволили встановити, що у мікрофітобентосі індикатори сапробності представлені 22 видами (55,0% видового багатства), які розподілялись між трьома основними (α, β, α) та трьома перехідними (χ-α, α-β, β-α) зонами сапробності. Більшість з них (59,1%) відносились до β-мезосапробних форм. Серед видів індикаторів переважали бентонти – 45,5%. Величина індексу сапробності коливалась у досить вузьких межах 1,62–1,63.

Влітку видове багатство мікрофітобентосу зменшувалось до 31 внутрішньовидового таксону, що належав до 5 відділів. Частка *Bacillariophyta*, які складали основу видового

багатства, у порівнянні з весною була меншою і не перевищувала 41,9%; натомість, частка *Chlorophyta* зростала до 22,6%, частка *Euglenophyta* та *Cyanoprokaryota* – до 16,1%.

У структурі мікрофітобентосу відбувались зміни у співвідношенні представників резидентної альгофлори та алохтонів – частка останніх зростала до 64,5%, серед яких найбільш вагомий внесок належав планктонтам – 41,9%.

Кількісні показники мікрофітобентосу коливались в межах 165–378 тис. кл/10 см² за чисельністю та 0,023–0,042 мг/10 см² за біомасою. На показники рясності мікрофітобентосу суттєво впливали алохтони, формуючи на дні озера до 68,7% чисельності та 71,9% біомаси. Така ситуація спостерігалась при інтенсивній вегетації у товщі води фітопланктону, який, осідаючи на дно, лімітував розвиток бентосних форм водоростей. За цих обставин основна роль у провідному комплексі належала саме планктонтам *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *O. planctonica* Wolosz., *Trachelomonas volvochina* Ehrenb., *Pseudopediastrum boryanum* var. *longicorne* Reinsch. З бентонтів високими показниками рясності вирізнялись *O. agardhii* та *O. amphibia*.

Кількість видів індикаторів сапробності у мікрофітобентосі у літній період зменшувалась до 16 (51,6% видового багатства). Індикаторні види розподілялись між трьома основними (α , β , α) та двома перехідними (α - β , β - α) зонами сапробності, більшість з яких (75,0%) відносились до β -мезосапробних форм. Частка бентонтів серед видів індикаторів не перевищувала 37,5%. Величина індексу сапробності у цю пору року була найвищою і коливалась у межах 1,85–1,87.

Восени видове багатство мікрофітобентосу у порівнянні з літнім періодом зростало до 39 внутрішньовидових таксонів, що належали до 5 відділів. Частка *Bacillariophyta* у видовому багатстві збільшувалась до 59,0% та зменшувалась до 15,4% у *Chlorophyta*, до 12,8% у *Euglenophyta* і 10,2% у *Cyanoprokaryota*.

Автохтонні компоненти мікрофітобентосу налічували 17 внутрішньовидових таксонів (43,6% від загальної кількості), серед алохтонів планктонти і перифітонти представлені у рівних частках – по 28,2%.

Кількісні показники розвитку мікрофітобентосу були найбільшими за весь період досліджень та коливалась у межах 2844–2959 тис. кл/10 см² за чисельністю та 0,138–0,209 мг/10 см² за біомасою. Бентонти формували до 94,8% чисельності та 87,9% біомаси і були основою провідного комплексу мікрофітобентосу. На дні водойми домінували *Amphora ovalis* Kütz., *Cymbella lanceolata* (Ehrenb.) Kirch., *Melosira varians* Ag., *Pseudostaurosira brevistriata* (Grun.) Will. Et Round, *O. amphibia*, *Phormidium foveolarum*. Хоча, слід зазначити, що до його складу входили і планктонти *Ap. flos-aquae*, *O. redekei*, *Desmodesmus communis* (Turp.), *Pediastrum duplex* Meyen.

Кількість видів індикаторів сапробності мікрофітобентосу восени зростала у порівнянні з літнім періодом до 24 (61,5% видового багатства), які розподілялись між трьома основними (α , β , α) та трьома перехідними (α - β , β - α , β - α) зонами сапробності. Переважна більшість з них (54,1%) β -мезосапробні форми, α -мезосапробні форми у цю пору року характеризувались максимальними показниками (20,8%). У структурі мікрофітобентосу частка бентонтів серед видів індикаторів збільшувалась до 48,5%. Величина індексу сапробності, розрахована за мікрофітобентосом, зменшувалась у порівнянні з літнім періодом, але була вищою, ніж навесні, коливаючись у межах 1,74–1,83.

Таким чином, дослідження, проведені у весняно-осінній період, дозволили встановити, що за показниками рясності мікрофітобентосу трофність оз. Вербне відповідала мезотрофному класу і мезотрофному та мезо-евтрофному розрядам. Сапробність, в основному, відповідала β -мезосапробній зоні з тенденцією до олігосапробності.

Встановлено, що за екологічною класифікацією якості вод, виконаної за результатами біоіндикації сапробності (індексами сапробності) за мікрофітобентосом води оз. Вербне протягом усього періоду досліджень відносились до класу якості вод – II, категорії якості вод – 3, категорії якості вод за їх станом – «добрі», категорії якості вод за ступенем їх чистоти (забрудненості) – «досить чисті».

Висновки

Санітарно-гідробіологічна характеристика оз. Вербне за мікрофітобентосом визначає його, в цілому, як мезотрофний, β-мезосапробний водний об'єкт.

Чисельність та біомаса мікрофітобентосу характеризувались значною амплітудою коливань (45–2959 тис. кл/10 см² та 0,02–0,21 мг/10 см² відповідно), з найвищими показниками в осінній період. Домінуючий комплекс мікрофітобентосу полідомінантний. Бентонтам належала суттєва роль у формуванні індикаторних показників мікрофітобентосу. Серед видів індикаторів сапробності переважали β-мезосапробні форми. Величина індексу сапробності коливалась у межах 1,62–1,87.

Встановлено, що відповідно до екологічної класифікації якості вод найбільш несприятлива ситуація у літоральній зоні водоймі реєструється у літній період, що свідчить про зниження інтенсивності процесів самоочищення та погіршення стану водної екосистеми.

1. Барінова С. С., Медведева Л. А., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив : Pilies Studio, 2006. 498 с.
2. Водоросли. Справочник / С. П. Вассер, Н. Б. Кондратьева, Н. П. Масюк и др. Киев : Наук. думка, 1989. 608 с.
3. Гидроэкологические проблемы внутренних водоемов Украины: сб. науч. тр. / отв. ред. О. М. Арсан. Киев: Наук. думка, 1991. 136 с.
4. Екологічний стан київських водойм. К. : Фітосоціоцентр, 2010. 256 с.
5. Кондратьева Н. В., Коваленко О. В., Приходькова Л. П. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. I. Синьозелені водорості. К. : Наук. думка, 1984. Ч. 1. 388 с.
6. Кондратьева Н. В., Коваленко О. В., Приходькова Л. П. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. I. Синьозелені водорості. К. : Наук. думка, 1984. Ч. 1. 388 с.
7. Ларіонова Д. П., Давидов О. А. Автохтонні компоненти озера Вербне. *Біологічні дослідження – 2018*: збірник наукових праць. Житомир : ПП «Рута», 2018. С. 181–182.
8. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
9. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуарій України / Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О.П. та ін. К., 2001. 48 с.
10. Оксіюк О. П., Давыдов О. А. Оценка экологического состояния водных объектов по микрофитобентосу. Киев : Институт гидробиологии НАНУ, 2006. 32 с.
11. Оксіюк О. П., Давыдов О. А., Карпезо Ю. И. Эколого-морфологическая структура микрофитобентоса. *Гидробиол. журн.* 2008. Т. 44, № 6. С. 15–27.
12. Оксіюк О. П., Давыдов О. А., Карпезо Ю. И. Микрофитобентос как биоиндикатор состояния водных экосистем. *Гидробиол. журн.* 2010. Т. 46, № 5. С. 75–89.
13. Оксіюк О. П., Давыдов О. А. Санитарная гидробиология в современный период. Основные положения, методология, задачи. *Гидробиол. журн.* 2012. Т. 48, № 6. С. 50–65.
14. Семенченко В. П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод. Минск: Орех, 2004. 125 с.
15. Топачевський О. В., Оксіюк О. П. Визначник прісноводних водоростей Української РСР. XI. Діатомові водорості. К.: Вид-во АН УРСР, 1960. 412 с.
16. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ, 1977. Прил. 1. Индикаторы сапробности. 91 с.
17. Царенко П. М. Краткий определитель хлорококковых водоростей Украинской ССР. Киев: Наук. думка, 1990. 208 с.
18. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography / Ed. by P. M. Tsarenko, S. P. Wasser, E. Nevo. Ruggell: Ganter Verlag, 2006–2011. (Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta. 2006. 713 p.; Vol. 2. Bacillariophyta. 2009. 413 p.; Vol. 3. Chlorophyta. 2011. 511 p.).
19. Bukhtiyarova L. Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv: National Academy of Science of Ukraine, 1999. 133 p.
20. Davydov O. A. Ecologic and morphological structure of microphytobenthos in Verbnoe lake (Ukraine). Матеріали Всеукраїнської міжнародної конференції «Актуальні проблеми альгології». Київ, 2019. С. 28–29.
21. Krammer, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 1 – 4 Teile. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 2/1 4. Stuttgart, Jena: VEB Gustav Fisher Verlag, 1986–1991. 876; 596; 576; 437 S.

22. Sladeček V. System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnologie*. 1973. Vol. 7. P. 1–128.

References

1. Barinova S. S. Bioraznoobrazie vodorosley-indikatorov okruzhaiushchey sredy / Barinova S. S., Medvedeva L. A., Anisimova O. V. – Tel'-Aviv: Pilies Studio, 2006. – 498 s (in Russian).
2. Vodorosli. Spravochnik / S. P. Vasser, N. B. Kondrat'eva, N. P. Masiuk i dr. – Kiev: Nauk. dumka, 1989. – 608 s (in Russian).
3. Gidroekologicheskie problemy vnutrennikh vodoemov Ukrainy: Sb. nauch. tr. / Otv. Red. O. M. Arsan. – Kiev: Nauk. dumka, 1991. 136 s (in Russian).
4. Ekolohichnyy stan kyivs'kykh vodoym. – K.: Fitosotsiotsentr, 2010. – 256 s (in Ukrainian).
5. Kondrat'eva N. V. Vyznachnyk prysnovodnykh vodorostey Ukrains'koi RSR. I. Syn'ozeleni vodorosti, ch. 1. / Kondrat'eva N. V., Kovalenko O. V., Prykhod'kova L. P. – K.: Nauk. dumka, 1984. – 388 s (in Ukrainian).
6. Kondrat'eva N. V. Vyznachnyk prysnovodnykh vodorostey Ukrains'koi RSR. I. Syn'ozeleni vodorosti, ch. 1. / Kondrat'eva N. V., Kovalenko O. V., Prykhod'kova L. P. – K.: Nauk. dumka, 1984. – 388 s (in Ukrainian).
7. Larionova D. P. Avtokhtonni komponenty ozera Verbne / Larionova D. P., Davydov O. A. // Biolohichni doslidzhennia – 2018: Zbirnyk naukovykh prats'. – Zhytomyr: PP «Ruta», 2018. – S. 181–182 (in Ukrainian).
8. Metody hidroekolohichnykh doslidzen' poverkhnevyykh vod / za red. V. D. Romanenka. – K.: LOHOS, 2006. – 408 s (in Ukrainian).
9. Metodyka vstanovlennia i vykorystannia ekolohichnykh normatyviv yakosti poverkhnevyykh vod sushi ta estuariiv Ukrainy / Romanenko V. D., Zhukyns'kyi V. M., Oksiuk O. P. ta in. – K., 2001. – 48 s (in Ukrainian).
10. Oksiuk O. P. Otsenka ekolohicheskogo sostoiannia vodnykh ob'ektov po mikrofitobentosu / Oksiuk O. P., Davydov O. A. – Kiev: Institut gidrobiologii NANU, 2006. – 32 s (in Russian).
11. Oksiuk O. P. Ekologo-morfologicheskaia struktura mikrofitobentosa / Oksiuk O. P., Davydov O. A., Karpezo Iu. I. // Gidrobiol. zhurn. – 2008. – T. 44, No6. – S. 15–27 (in Russian).
12. Oksiuk O. P. Mikrofitobentos kak bioindikator sostoiannia vodnykh ekosistem / Oksiuk O. P., Davydov O. A., Karpezo Iu. I. // Gidrobiol. zhurn. – 2010. – T. 46, No 5. – S. 75–89 (in Russian).
13. Oksiuk O. P. Sanitarnaia gidrobiologiia v sovremennyi period. Osnovnye polozeniia, metodologiia, zadachi / Oksiuk O. P., Davydov O. A. // Gidrobiol. zhurn. – 2012. – T. 48, No 6. – S. 50–65 (in Russian).
14. Semenchenko V. P. Printsipy i sistemy bioindikatsii tekuchikh vod / Semenchenko V. P. – Minsk: Orekh, 2004. – 125 s (in Russian).
15. Topachevskyy O. V. Vyznachnyk prysnovodnykh vodorostey Ukrains'koi RSR. KhI. Diatomovi vodorosti / Topachevskyy O. V., Oksiuk O. P. – K.: Vyd-vo AN URSSR, 1960. – 412 s (in Ukrainian).
16. Unifitsirovannyye metody issledovaniia kachestva vod. Metody biologicheskogo analiza vod. – M.: SEV, 1977. – Pril. 1. Indikatory saprobnosti. – 91 s (in Russian).
17. Tsarenko P. M. Kratkiy opredelit' khlorokokkovykh vodorostey Ukrainskoy SSR / Tsarenko P. M. – Kiev: Nauk. dumka, 1990. – 208 s (in Russian).
18. Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography / Ed. by P. M. Tsarenko, S. P. Wasser, E. Nevo. – Ruggell: Ganter Verlag, 2006-2011. (Vol. 1. Cyanoprokaryota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Glaucocystophyta and Rhodophyta. – 2006. – 713 p.; Vol. 2. Bacillariophyta. – 2009. – 413 p.; Vol. 3. Chlorophyta. – 2011. – 511 p.).
19. Bukhtiyarova L. Diatoms of Ukraine. Inland waters / Bukhtiyarova L. – Kyiv: National Academy of Science of Ukraine, 1999. – 133 p.
20. Davydov O. A. Ecologic and morphological structure of microphytobenthos in Verbnoe lake (Ukraine) / Davydov O. A. // Vseukrains'ka mizhnarodna konferentsiia «Aktual'ni problemy al'holohii. – Kyiv, 2019. – S. 28–29.
21. Krammer, Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 1 – 4 Teile. – In: Süßwasserflora von Mitteleuropa. – 2/1 – 4. – Stuttgart, Jena: VEB Gustav Fisher Verlag, 1986 – 1991. – 876; 596; 576; 437 S.
22. Sladeček V. System of water quality from the biological point of view / Sladeček V. // Ergebnisse der Limnologie. – 1973.– Vol. 7. – P. 1–128.

O. A. Davydov, D. P. Larionova

Institute of Hydrobiology of NASU, Ukraine

SANITARY AND HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE LAKE OF VERBNE ACCORDING TO MICROPHYTOBENTHOS

Assessing ecological and sanitary state of aquatic ecosystems, including their trophic and saprobiological status and impact of human factors, is among key objectives in modern hydrobiology.

Apart from common hydrobiological methods (identifying species compositions, calculating algae number and biomass etc), there are specific methods for the assessment of aquatic ecosystems. Bioindication, which is based on aquatic organisms' response to environmental factors, including human factors, is the most important.

Microphytobenthos is highly sensitive to changes in natural and human factors. Its bioindication capabilities are widely known, therefore studying them as part of sanitary and hydrobiological characteristics of various water bodies is of great interest.

Water basins across the City of Kyiv are under diversified human impact including various factors and effects, which differ in pressure degree. Thus, using microphytobenthos for sanitary and hydrobiological assessment, even within one type of water basins, has certain aspects, which depend on the bottom algal communities' stability or degree of transformation. It is often caused by trophic and topic competition between microphytobenthos, phytoplankton and higher aquatic plants, as the latter two can inhibit growth of bottom algae.

In the view of the above, special attention should be paid to quantitative characteristics of benthons, which may act as cenose-forming organisms. The paper examines the findings of the studies on microphytobenthos in Verbne Lake, which is affected by negative human factor – contamination by surface and ground flow from Kyiv City area and is intensively used for recreation.

The objective is to study the sanitary and hydrobiological characteristics and ecological quality of Verbne Lake according to microphytobenthos' bioindication indices.

Benthic algae were sampled with the MB-TE microbenthometer within the littoral zone in triplicate from the total area of 40 cm². Algae number was calculated on a counting plate in a 0.1 cm³ drop, their biomass was calculated according to geometric similarity method. Trophic and saprobiological values were assessed in accordance with the scale, proven for microphytobenthos. Saprobity index was calculated according to the Pantle-Buck method in Sladeczek modification on the grounds of traditional and modern data on saprobity indicator algae.

Benthons, planktons and periphytons were distinguished with consideration taken of their association with particular habitats. Ecological classification of water quality was performed on the grounds of saprobity bioindication (saprobity indices) according to microphytobenthos. For microphytobenthos' structural components their role in species richness, number and biomass were analyzed.

Proceeding from the obtained findings, sanitary and hydrobiological characteristics of Verbne Lake were presented according to microphytobenthos. On the whole, the lake can be classified as mesotrophic, β -mesosaprobic water body. Benthons proved to play an essential part in forming microphytobenthos' indicator characteristics. Intensive phytoplankton growth in the water column and its sedimentation upon the lake bottom inhibit development of benthic algal forms. In accordance with the ecological water quality classification based on microphytobenthos saprobity bioindication results (saprobity indices), the water of Verbne Lake relates to Water Quality Class II, Water Quality Category 3. The most unfavorable situation within the lake's littoral area was registered in summer, which signals that self-purification processes are becoming less intensive and the aquatic ecosystem state is getting worse.

Key words: . microphytobenthos, bioindication, sanitary and hydrobiological characteristics, urban reservoir.

Надійшла 21.08.2019.

ЕКОЛОГІЯ

УДК 574.632

doi: 10.25128/2078-2357.19.3.7

¹В. В. ПАВЛОВСЬКИЙ, ²Х. Д. ГАНЖА, ²І. І. АБРАМ'ЮК, ²О. Є. КАГЛЯН,
²Д. І. ГУДКОВ

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини»
вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601

²Інститут гідробіології НАН України
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210
e-mail: vladpavl3@gmail.com

АНОМАЛІ СКЕЛЕТА РИБ У ВОДОЙМАХ ІЗ РІЗНИМ РІВНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ РАДІОНУКЛІДАМИ

Досліджено особливості розвитку морфологічних аномалій скелета верховки звичайної (*Leucaspis delineatus* Heckel) у водоймах з фоновими (околиці м. Києва) та високими (Чорнобильська зона відчуження) рівнями радіонуклідного забруднення. Встановлено наявність впливу підвищених хронічних доз іонізуючого випромінювання на прояв морфологічних аномалій скелета риб.

Ключові слова: Чорнобильська зона відчуження, радіонуклідне забруднення, водні екосистеми, риби, аномалії скелета.

Рівень радіаційного фону навколишнього природного середовища неспинно зростає внаслідок безперервного надходження радіоактивних речовин у водні та наземні екосистеми. Однією з важливих причин погіршення радіоекологічного стану довкілля є нештатні та аварійні ситуації на підприємствах ядерного паливного циклу, пов'язані з рідкими скидами та аерозольними викидами радіонуклідів. Аварія на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС) є найбільш масштабною в історії ядерної енергетики як за кількістю радіоактивних речовин, що надійшли у навколишнє середовище, так і за площею забруднених територій [1–3]. Незважаючи на те, що більш ніж за три десятиліття після аварії відбувся розпад частини радіонуклідів, інші тривалоіснуючі біологічно-небезпечні елементи залишаються джерелами додаткового іонізуючого опромінення живих організмів [4]. Це обумовлює необхідність подальшого вивчення та оцінки процесів, які пов'язані з хронічним радіаційним впливом на довкілля.

Одним із важливих завдань радіоекології залишається дослідження особливостей надходження, міграції та накопичення радіоактивних речовин компонентами водних біогеоценозів та їх вплив на біоту [5]. Радіонукліди, що потрапили у водні екосистеми, мігрують і ефективно акумулюються представниками верхніх трофічних рівнів, до яких належать риби, виступаючи важливим об'єктом радіоекологічного моніторингу [6].

Актуальність представленого дослідження полягає у виявленні впливу радіонуклідного забруднення на появу морфологічних аномалій скелета у типового для водойм Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) виду риб, що є показовим представником прісноводних екосистем, зважаючи на особливості його способу існування [7]. Новизна роботи визначається тим, що для зазначених водойм відповідне дослідження було проведено вперше.

Матеріал і методи досліджень

У роботі проведено дослідження морфологічних аномалій скелета верховки звичайної (*Leucaspis delineates* Heckel) з озер Глибоке та Азбучин, що знаходяться на території ЧЗВ і зазнали інтенсивного забруднення радіонуклідами впродовж аварії на ЧАЕС (рис. 1). Потужність поглиненої дози іонізуючого опромінення для риб з оз. Глибоке становила 40–120 мкГр/год, для оз. Азбучин – 38–52 мкГр/год.

Також було досліджено морфологічні аномалії скелета верховки з оз. Підбірна (околиці м. Києва), що характеризується фоновими рівнями радіонуклідного забруднення всіх компонентів з потужністю поглиненої дози опромінення для риб близько 0,05–0,07 мкГр/год.

Об'єм вибірок верховки з озер Підбірна та Глибоке, що використовували для дослідження, складав 60 особин (по 30 з кожної водойми), а з оз. Азбучин – 65 особин. Загалом було проаналізовано 125 особин.



Рис. 1. Карта-схема водойм у Чорнобильській зоні відчуження

Препарати риб для дослідження готували за методикою забарвлення кісткових утворень [8], згідно з якою знебарвлення особин пероксидом водню скорочує час, необхідний для обробки матеріалу. Дана методика глибокого забарвлення скелета є більш доступною, порівняно з пропонованими раніше [9].

Дослідження зосереджувались на вивченні аномалії скелета, зокрема викривленні хребта, зрощенні хребців, редукції відростків хребців, їх розгалуженні або появі додаткових, згідно [10]. Крім того, реєстрували аномалії хвостового плавця, щелеп, а також ребер.

Для оцінки аномалій скелета використовували наступні показники: 1) кількість аномалій – сума всіх випадків аномального розвитку скелета у вибірці; 2) частка особин із аномаліями – відсоток аномальних особин у вибірці; 3) загальний спектр аномалій – набір типів аномалій, представлених у всіх особин вибірки; 4) частка окремої аномалії – доля конкретного виду аномалії від суми всіх випадків аномального розвитку.

Статистичну обробку результатів виконували за критерієм хі-квадрат Пірсона з використанням програмного пакету Microsoft Excel 2013.

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті виконаних досліджень було отримано дані щодо наявності певних типів морфологічних аномалій скелета в особин верховки з оз. Підбірна в околицях м. Києва (референтна водойма), озер Глибоке та Азбучин (ЧЗВ). Були виявлені випадки викривлення

хребта, зрощення хребців, редукції відростків хребців, розгалуження відростків або появи додаткових, а також аномалій щелеп і ребер.

У розглянутій вибірці верховки з оз. Підбірна, що використовували в якості референтної водойми, було виявлено як аномальних особин, так і особин із відсутністю будь-яких змін. Для даної вибірки було отримано наступні показники: кількість аномалій – 8, частка особин з аномаліями – 23,3%, загальний спектр аномалій – 3. Частки викривлень хребта та редукції відростків становили по 12,5 %, частка розгалужень/появ додаткових відростків складала 75% від усіх випадків аномалій.

У розглянутій вибірці верховки з оз. Глибоке (ЧЗВ) також було виявлено як аномальних особин (рис. 2), так і особин із відсутністю будь-яких змін. Для даної вибірки було отримано наступні показники: кількість аномалій – 9, частка особин з аномаліями – 30%, загальний спектр аномалій – 2. Частка редукції відростків становила 11,1%, частка розгалужень/появ додаткових відростків складала 88,9% від усіх випадків аномалій.

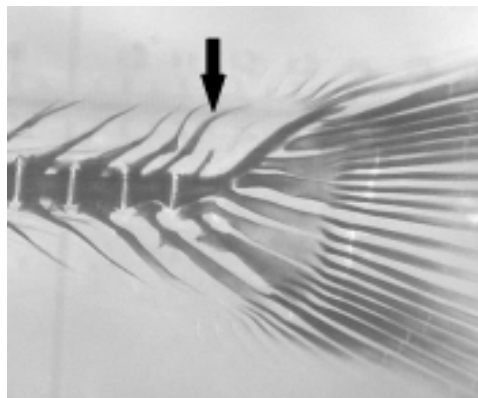


Рис. 2. Аномалія скелета верховки з оз. Глибоке: поява додаткового відростка (забарвлення алізарином S; Об.×4, Ок.×8)

У розглянутій вибірці верховки з оз. Азбучин також було виявлено як аномальних особин, так і особин із відсутністю будь-яких змін. Для даної вибірки було отримано наступні показники: кількість аномалій – 32, частка особин з аномаліями – 47,7%, загальний спектр аномалій – 3. Частка розгалужень або появи додаткових відростків складала 93,8% (рис. 3), частки зрощень хребців (рис. 4) та аномалій щелепи (рис. 5 а) становили по 3,1% від усіх випадків аномалій. Для порівняння наведено зображення особини без виявлених аномалій щелепи (рис. 5 б).

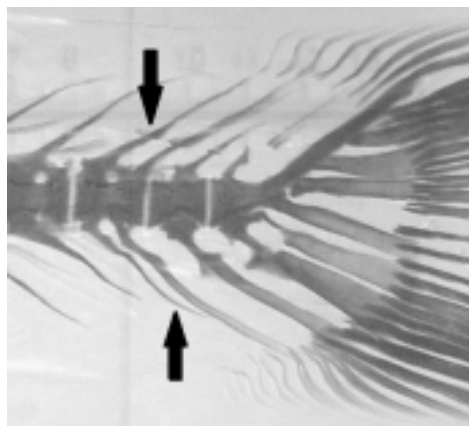


Рис. 3. Аномалії скелета верховки з оз. Азбучин: поява двох додаткових відростків хребця (забарвлення алізарином S; Об.×4, Ок.×8)

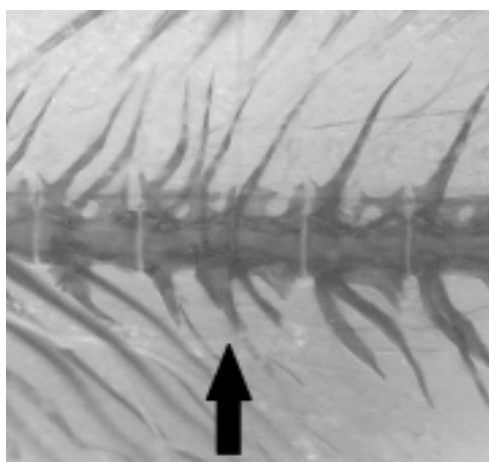


Рис. 4. Аномалії скелета верховки з оз. Азбучин: зрощення хребців та роздвоєння невральних дуг хребців (забарвлення алізарином S; Об.×4, Ок.×8)

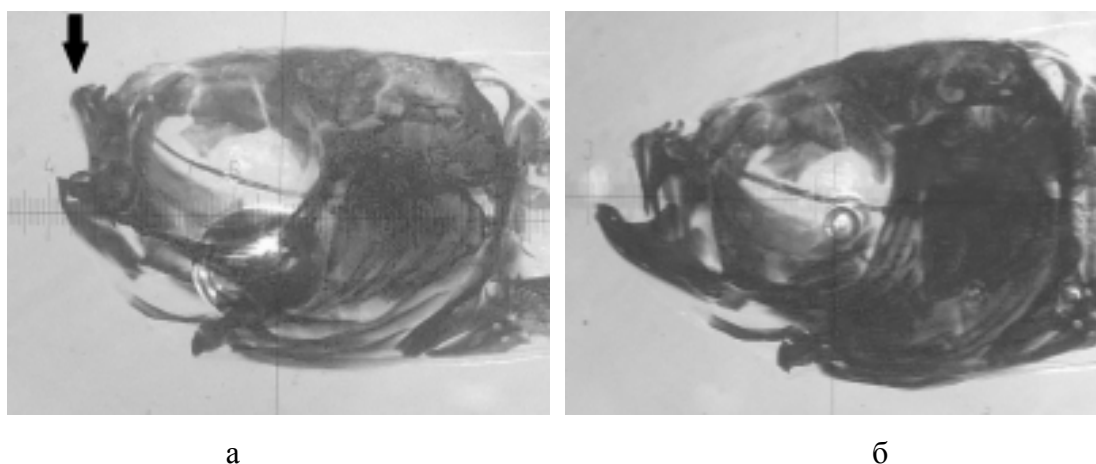


Рис. 5. Аномальна (а) та нормальна (б) щелепи верховки з оз. Азбучин (забарвлення алізарином S; Об.×2, Ок.×8)

Залежність розподілу морфологічних аномалій скелета верховки (у частках окремих типів аномалій від загальної кількості) від рівня радіонуклідного забруднення досліджених водойм представлено на рис. 6.

Окремо слід зазначити, що у всіх трьох вибірках спостерігали високу частотність особин із аномаліями (викривленням) ребер. Для оз. Підбірна частка таких особин становила 84%, для оз. Глибоке – 91%, для оз. Азбучин – 82%. При цьому ступінь аномального викривлення ребер в особин з оз. Підбірна, що характеризується фоновими рівнями радіонуклідного забруднення, був значно нижчим, ніж в особин з озер, що відзначаються високими рівнями забруднення. Це явище потребує додаткових досліджень і може свідчити про зв'язок появи даного типу аномалій з іншими факторами антропогенного навантаження, тому їх наявність не враховували при статистичному аналізі значимості впливу радіонуклідного забруднення водойм ЧЗВ на появу морфологічних аномалій.

Варто врахувати, що отримані значення спектрів аномалій можуть вказувати на дію інших факторів впливу на довкілля, типових для гідроекосистем урбанізованих ділянок, зокрема на особин з оз. Підбірна. Тому контрольна вибірка є відносною.

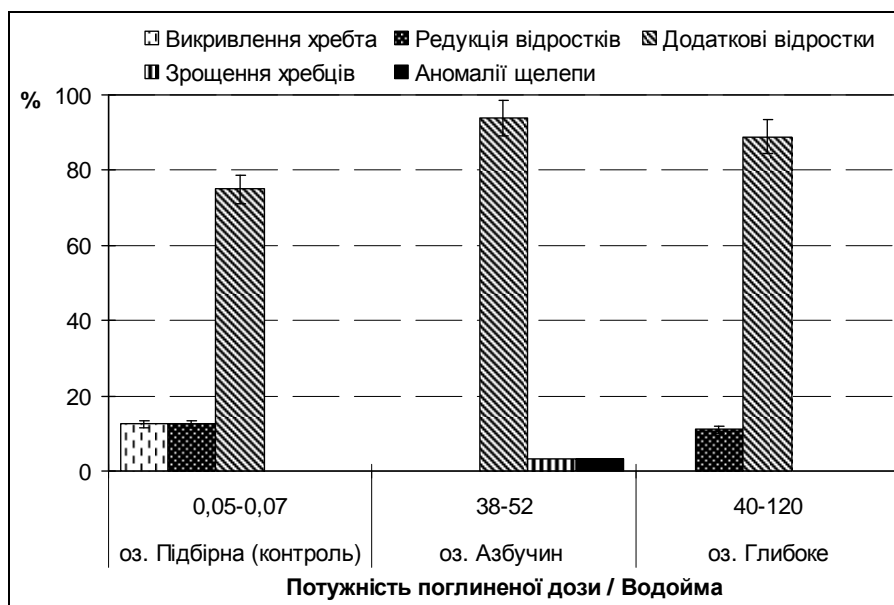


Рис. 6. Кількісні показники різних типів морфологічних аномалій у верховки звичайної в залежності від потужності поглиненої дози (мкГр/год)

При виявленні впливу фактора ризику, а саме рівня радіонуклідного забруднення, на появу морфологічних аномалій скелета риб за критерієм χ^2 -квдрат Пірсона встановлено статистичну значимість зв'язку між цими показниками при рівні значимості $p < 0,05$. У розрахунках використовували поправку Йейтса, зважаючи на окремі значення відповідних величин (від 5 до 9).

Таким чином, встановлено вірогідний вплив високих рівнів радіонуклідного забруднення і, відповідно, потужності поглиненої дози іонізуючого опромінювання для верховки звичайної, що мешкає у досліджуваних водоймах ЧЗВ (озерах Глибоке та Азбучин), на появу морфологічних аномалій осьового скелета.

Висновки

У результаті дослідження вибірок верховки звичайної з озер Глибоке та Азбучин у ЧЗВ, що відзначаються високими рівнями радіонуклідного забруднення і потужності поглиненої дози, було виявлено наявність особин з морфологічними аномаліями скелета. Серед досліджених випадків аномального розвитку найбільшу частину складала поява додаткових відростків хребців. У дослідженій вибірці верховки з оз. Підбірна (референтна водойма), що характеризується фоновими рівнями радіонуклідного забруднення, було також зафіксовано випадки аномального розвитку.

Шляхом порівняння вибірок із озер Глибоке, Азбучин та референтної водойми встановлена наявність статистично значимого зв'язку між впливом радіонуклідного забруднення та появою морфологічних аномалій скелета у риб в озерах ЧЗВ.

Отримані результати можуть бути використані при проведенні моніторингових іхтіологічних та радіоекологічних досліджень у водоймах, що зазнали тривалого впливу радіонуклідного забруднення.

1. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Р. М. Алексахин и др.; под ред. Л. А. Ильина, В. А. Губанова. М.: ИздАТ, 2001. 752 с.
2. Чернобыльская катастрофа / под ред. В. Г. Барьяхтара. К.: Наук. думка, 1995. 560 с.
3. Крышев И. И. Радиоэкологические последствия Чернобыльской аварии. М.: ИАЭ им. Курчатова, 1991. 103 с.
4. Гродзинський Д. М. Виступ учасника засідання. *Вісник НАН України*. 2011. № 5. С. 12–17.

5. Радіонукліди у водних екосистемах України. Вплив радіонуклідного забруднення на гідробіонти зони відчуження / М. І. Кузьменко та ін. Київ: Чорнобильінтерінформ, 2001. 318 с.
6. Радионуклиды в аборигенных видах рыб Чернобыльской зоны отчуждения / А. Е. Каглян и др. *Ядерная физика та енергетика*. 2012. Т. 13, № 3. С. 306–315.
7. Мовчан Ю. В., Смірнов А. І. Фауна України: в 40 т. Т. 8. Київ: Наукова думка, 1981. 428 с.
8. Якубовски М. Методы выявления и окраски системы каналов боковой линии и костных образований у рыб in toto. *Зоологический журнал*. 1970. Т. XLIX, Вып. 9. С. 1398–1402.
9. Taylor W. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. *Proc. U. S. Nat. Mus.* 1967. Vol. 122, № 3596. P. 1–17.
10. Yablokov N. O. Skeletal Anomalies in Juveniles of Siberian Grayling *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) from the Mana River (Middle Yenisei River System) under Artificial and Natural Reproduction. *J. Sib. Fed. Univ. Biol.* 2017. Vol. 10, № 3. P. 343–357.

References

1. Krupnye radiacionnye аварии: posledstviya i zashitnye mery / R. M. Aleksahin i dr. Pod red. L. A. Ilina, V. A. Gubanova. M.: IzdAT, 2001. 752 s (in Russian).
2. Chernobylskaya katastrofa / Pod red. V. G. Baryah tara. K.: Nauk. dumka, 1995. 560 s (in Russian).
3. Kryshev I. I. Radioekologicheskie posledstviya Chernobylskoj аварии. M.: IAE im. Kurchatova, 1991. 103 s (in Russian).
4. Grodzynskiy D. M. Vistup uchasnika zasidannya. *Visnyk NAN Ukrayiny*. 2011. № 5. S. 12–17 (in Ukrainian).
5. Radionuklidy u vodnyh ekosystemah Ukrayiny. Vplyv radionuklidnogo zabrudnennya na gidrobionty zony vidchuzhennya / M. I. Kuzmenko ta in. Kyiv: Chornobylinterinform, 2001. 318 s (in Ukrainian).
6. Radionuklidy v aborigennyh vidah ryb Chernobylskoj zony otchuzhdeniya / A. E. Kaglyan i dr. *Yaderna fizyka ta energetyka*. 2012. Т. 13, № 3. S. 306–315 (in Russian).
7. Movchan Yu. V., Smirnov A. I. Fauna Ukrayiny: v 40 t. Т. 8. Kyiv: Naukova dumka, 1981. 428 s (in Ukrainian).
8. Yakubovski M. Metody vyyavleniya i okraski sistemy kanalov bokovoj linii i kostnyh obrazovanij u ryb in toto. *Zoologicheskij zhurnal*. 1970. Т. XLIX, vyp. 9. S. 1398–1402 (in Russian).
9. Taylor W. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. *Proc. U. S. Nat. Mus.* 1967. Vol. 122, № 3596. P. 1–17.
10. Yablokov N. O. Skeletal Anomalies in Juveniles of Siberian Grayling *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) from the Mana River (Middle Yenisei River System) under Artificial and Natural Reproduction. *J. Sib. Fed. Univ. Biol.* 2017. Vol. 10, № 3. P. 343–357.

¹V. V. Pavlovskiy, ²Ch. D. Ganzha, ²I. I. Abramiuk, ²O. Ye. Kahlian, ²D. I. Gudkov

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, ESC «Institute of Biology and Medicine», Ukraine

²Institute of Hydrobiology, NAS of Ukraine

SKELETAL ANOMALIES OF FISH IN WATER BODIES WITH DIFFERENT LEVELS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

The development features of morphological anomalies of the sunbleak (*Leucaspius delineates* Heckel) skeleton in water bodies, characterized by background (neighbourhood of Kyiv City) and high (Chernobyl exclusion zone) levels of radionuclide contamination were studied. The impact of radionuclide contamination on the appearance of morphological skeletal anomalies of fish was established. The level of radiation background of the natural environment is constantly increasing due to the continuous flow of radioactive substances into the aquatic and terrestrial ecosystems. The causes of the significant deterioration of the existing state are the emergencies at the nuclear fuel cycle enterprises, related to the radionuclide emissions, among which the Chernobyl NPP accident is the most massive catastrophe in the history of nuclear energy, both in terms of the amount of radioactive substances that have been released into the environment and the area of territories that have been contaminated. Despite the fact that part of the radionuclides has decayed more than three decades after the accident, other long-lived substances remain sources of additional ionizing radiation in the environment. This necessitates the study and evaluation of all processes related to radioactive contamination. One of the important tasks of radioecology is to study the characteristics of the receipt, migration and accumulation of radioactive substances by components of aquatic biogeocenosa and

their impact on the biota. The radionuclides released into aquatic ecosystems migrate and are most effectively accumulated by the upper trophic levels to which the fish belongs, serving as an important object of radioecological monitoring. The relevance of this study is to detect the influence of radionuclide contamination on the appearance of morphological skeletal anomalies in the fish species typical for the reservoirs of the Chernobyl Exclusion Zone, which is a representative exemplar of fresh aquatic ecosystems, taking into account the peculiarities of its way of existence. The novelty of the work is determined by the fact that for the mentioned reservoirs the relevant study was conducted for the first time.

Key words: Chernobyl exclusion zone, radioactive contamination, aquatic ecosystems, fish, skeletal anomalies.

Надійшла 15.08.2019.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК 581.174+634.746

doi: 10.25128/2078-2357.19.3.8

¹І. І. КОРШИКОВ, ²Н. І. СУШИНСЬКА

¹Криворізький ботанічний сад НАН України
вул. Маршака, 50, Кривий Ріг, 50089

²Агробіостанція – ботанічний сад Херсонського державного університету
вул. 40 років Жовтня (Університетська), 27, Херсон, 73000
e-mail: nsushinskabotsad@gmail.com

СЕЗОННА ДИНАМІКА ВМІСТУ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ У СТРОКАТОЛИСТИХ ФОРМ *BERBERIS THUNBERGII* DC.

Визначені особливості сезонної динаміки вмісту фотосинтетичних пігментів у листках та їх частинах з різним забарвленням у строкатолистих форм *Berberis thunbergii* DC. Для дослідження було обрано три форми виду: зеленолисту, пурпуроволисту – 'Harlequin' та форму 'Coronita', у якій виділено три типи листків за кольором в їх різних частинах – периферійних і центральних, що суттєво відрізнялися за забарвленням. Установлені загальні та специфічні особливості динаміки вмісту хлорофілу і каротиноїдів у листках одно- і дворічних пагонів трьох форм *B. thunbergii* протягом вегетаційного сезону та гетерогенність їх кількості в різних за кольором частинах листкової пластинки форми 'Coronita'. У листках *B. thunbergii* максимальний вміст хлорофілу, як правило, виявлено в першій половині вегетації зі зниженням у посушливий спекотний другий період вегетації, з деяким збільшенням, у тому числі й каротиноїдів, у період, коли спека спадає. Співвідношення хлорофіл *a* / хлорофіл *b* у листках трьох форм у вересні – жовтні збільшується відносно до цього показника в травні – липні. Це свідчить про те, що в листках рослин у кінці вегетації катаболізм хлорофілу *b* йде швидше, ніж хлорофілу *a*. Стосовно співвідношення сума хлорофілів (*a+b*) / сума каротиноїдів, то відбувається зменшення цього показника в осінні місяці порівняно з першою половиною вегетації рослин, що вказує на більш активний катаболізм зелених пігментів у порівнянні з жовтими. Виділяється строкатолиста форма 'Coronita', для якої характерна висока ендегенна мінливість вмісту пігментів у межах листкової пластинки, залежно від кольору різних частин листка.

Ключові слова: строкатолисті форми *Berberis thunbergii* DC., одно- і дворічні пагони, листя, пігменти, динаміка вмісту.

Декоративні форми *B. thunbergii* активно поширюються в останні роки в зелених насадженнях міст України. Серед форм, що використовуються в озелененні, є строкатолисті. Така пігментація листків притаманна багатьом видам рослин, які ростуть на різних континентах Земної кулі. Характер забарвлення листків рослин та локалізація червоного, фіолетового та інших кольорів по їх краю стає предметом досліджень та розробки нових гіпотез про фізіологічну функцію пігментованих країв. Є припущення, що, наприклад, червоне забарвлення країв листків – це прояв екологічної пластичності, а при дії абіотичного і біотичного стресу ознака перетворюється на адаптаційну та стає постійною. Почервоніння, яке

обмежене лише краями листка, може бути ефективнішим, зокрема до фотоокислювального стресу, аніж почервоніння всієї поверхні вегетативного органу [3]. Червоне листя менше страждає від надмірного опромінювання, а каротиноїди вілоксантинового циклу забезпечують адаптацію світлопоглинаючих комплексів [4]. Ксантофіли – як один із двох основних класів каротиноїдів, беруть участь у захопленні світлової енергії у синьо-фіолетовій ділянці сонячного світла і виконують захисну функцію фотосинтетичного апарату при підвищеній інсоляції [1]. На сьогодні існує багато відомостей про вміст фотосинтетичних пігментів в асиміляційних органах різних видів рослин [2], однак суттєво бракує даних стосовно їх розподілу у листовій пластинці строкатолистя форм. Такі дані необхідні для характеристики ендогенної мінливості структурних і функціональних показників фотосинтетичного апарату. Особливо це важливо для інтродуцентів деревних видів у Степу, де вони підпадають під вплив тривалих посух і високої інсоляції.

Мета роботи – визначення особливостей сезонної динаміки вмісту фотосинтетичних пігментів у листках та їх частинах із різним забарвленням у строкатолистя форм *B. thunbergii*.

Матеріал і методи досліджень

Вміст фотосинтетичних пігментів визначали у листках *B. thunbergii*, які мали зелений колір, та декоративних строкатолистя форм *B. thunbergii* 'Harlequin' і 'Coronita'. Форма 'Harlequin' відзначалась пурпуровим листям із хаотично розташованими біло-сірими плямами. У форми 'Coronita' визначено три типи листків: рожеві і пурпурові з жовтою облямівкою, а також листки, у яких одна половина була жовто-зелена, а інша – коричнева. Упродовж вегетації в листках усіх культиварів визначали вміст хлорофілу *a*, хлорофілу *b* та суми каротиноїдів. Вміст фотосинтетичних пігментів у різнобарвних листках форми 'Coronita' досліджували у двох частинах: у центральній – рожевій і пурпуровій та жовтій облямівці, а іншого типу – у жовто-зеленій і коричневої частині. Дослідження вмісту фотосинтетичних пігментів проводили в листках одно- і дворічних пагонів.

Для визначення вмісту пігментів використовували стандартну методику: до 0,1 г подрібненого рослинного матеріалу додавали 2 мл диметилсульфоксиду (ДМСО), упродовж 3 годин витримували на водяній бані при температурі 67°C. В отриманому екстракті проводили вимірювання за допомогою спектрофотометра СФ-2000 за довжини хвилі 665 і 649 нм – для хлорофілів *a* і *b* та 480 нм – для каротиноїдів. Вміст пігментів (С) розраховували за формулами:

$$C_a = (12,19 \cdot A_{665}) - (3,45 \cdot A_{649}),$$

$$C_b = (21,99 \cdot A_{649}) - (5,32 \cdot A_{665}),$$

$$C_{\text{кар}} = ((1000 \cdot A_{480}) - (2,14 \cdot C_a) - (70,16 \cdot C_b)) : 220 [6].$$

Статистичну обробку здійснювали в програмі MS Excel 2007.

Результати досліджень та їх обговорення

У листках однорічних пагонів *B. thunbergii*, що мають зелений колір, упродовж вегетації максимальний вміст хлорофілу відмічений у червні-липні і становить 1,87 мг/г сирої маси (табл. 1). Характерно, що в травні і жовтні вміст зелених пігментів у листках був досить близьким, відповідно 1,33 мг/г і 1,44 мг/г. Восени, коли ще зберігаються високі літні температури, відмічено найнижчий рівень хлорофілів за період спостережень, менший за максимум на 44,9% у листках однорічних пагонів і на 49,4% – у листках дворічних пагонів. Якщо порівняти у кожній формі, що досліджувались, відмінності між максимальними значеннями вмісту хлорофілів з іншими сезонними показниками в листках однорічних або дворічних пагонів (*), то у переважній більшості варіантів вони статистично достовірні. Листки дворічних пагонів зеленолистої *B. thunbergii* у травні та червні мали суттєво більший вміст зелених пігментів, ніж листки однорічних пагонів, на 64,7% і на 35,3% відповідно. Із настанням літньої спеки в липні, а потім і в осінній періоді, значних розбіжностей щодо вмісту хлорофілу в листках одно- і дворічних пагонів не простежується.

Форма 'Harlequin' має пурпурові листки з біло-сірими хаотично розкиданими плямами і відрізняється від виду *B. thunbergii* меншим вмістом пігментів як у листках однорічних, так і дворічних пагонів, за винятком одного випадку. Відмінності щодо вмісту пігментів у листках

ФІЗИОЛОГІЯ РОСЛИН

однорічних пагонів між цими формами, наприклад, у червні становили 3 рази, а у жовтні – 3,8 рази. Між листками пагонів другого року життя різниця вмісту хлорофілів була дещо меншою і досягала максимуму в червні – 2,6 рази. Цікаво, що зелених пігментів у листках пагонів другого року життя у форми *'Harlequin'* було приблизно порівну як у травні, так і у жовтні.

Таблиця 1

Сезонна динаміка вмісту хлорофілу в листках та виділених їх частинах трьох форм *B. thunbergii* DC. в умовах Херсонщини, мг/г сирової маси, 2017 рік

Назва форми	Колір/ частина листка	Вік пагонів	Травень		Червень		Липень		Вересень		Жовтень	
			Σ хл	Хл.а./Хл.б	Σ хл	Хл.а./Хл.б	Σ хл	Хл.а./Хл.б	Σ хл	Хл.а./Хл.б	Σ хл	Хл.а./Хл.б
<i>Berberis thunbergii</i>	зелений листок	1	1,33±0,05*+	2,6	1,87±0,08+	2,3	1,87±0,01	2,3	1,03±0,04*+	2,9	1,47±0,03*	2,8
		2	2,19±0,03	2,3	2,53±0,21	2,1	1,55±0,07*+	2,3	1,28±0,01*	2,6	1,44±0,03*	2,9
<i>Berberis thunbergii</i>	зелений листок	1	–	–	–	–	–	–	1,33±0,01	2,6	1,37±0,01+	2,5
		2	–	–	–	–	–	–	1,39±0,02	2,5	1,60±0,02	2,6
<i>Harlequin</i>	пурпуровий з біло-сірими плямами листок	1	–	–	0,62±0,01*+	1,5	0,96±0,05*	2,1	1,32±0,03	2,3	0,39±0,02*+	2,4
		2	1,20±0,05	2,1	0,96±0,04*	1,9	0,91±0,02*	2,2	0,83±0,01*+	2,3	1,22±0,04	2,5
<i>Coronita</i>	жовта облямівка листка	1	–	–	–	–	0,18±0,01*+	1,6	0,15±0,01*	2,0	0,25±0,01+	1,8
	рожева середина листка	1	–	–	0,59±0,04	1,8	0,15±0,01*	0,9	0,22±0,01*	1,3	0,35±0,01*	1,7
	жовта облямівка листка	1	1,37±0,02+	2,5	1,62±0,13	1,8	0,46±0,02*+	1,7	0,69±0,01*	3,0	0,79±0,03*+	2,8
	пурпурова середина листка	1	2,11±0,02	2,2	1,78±0,07*	1,7	0,57±0,05*+	1,8	0,73±0,01*	2,5	0,66±0,02*+	2,9
	жовта облямівка листка	2	1,51±0,04	1,9	0,99±0,01*+	2,3	0,55±0,01*	2,4	0,47±0,01*+	2,8	1,17±0,05*	2,6
	пурпурова середина листка	2	1,93±0,02+	2,2	1,38±0,04*+	2,2	0,70±0,05*	2,2	0,68±0,01*+	2,1	1,36±0,03*	2,6
	1/2 частина листка жовто-зелена	2	–	–	1,20±0,07*	2,4	0,99±0,03*	2,5	1,91±0,01*	2,3	2,08±0,05	2,6
	1/2 частина листка коричнева	2	–	–	2,17±0,01	2,0	1,22±0,02*	2,4	1,31±0,02*	2,4	1,76±0,04*	2,7

Примітка: у цій та в табл. 2 напівжирним виділені найвищі значення, які були виявлені у різних форм протягом вегетаційного періоду;

* – достовірно відмінні значення в різних місяцях відносно максимального показника;

+ – показники достовірно відмінні між 1 і 2-річними пагонами при $P < 0,05$ за t-критерієм Стьюдента.

Серед трьох форм, що досліджували, найбільш різнобарвною є *'Coronita'*, у якій виділяються три види листків: а) із рожевою серединою та жовтою облямівкою; б) із пурпуровою серединою та жовтою облямівкою; в) одна половина листка жовто-зелена, а інша – коричнева. У листків однорічних пагонів із рожевою серединою та жовтою облямівкою найменший вміст зелених пігментів у всіх періодах досліджень становив 0,18–0,25 мг/г сирової маси. Низьким вмістом хлорофілу відзначається і середня частина таких листків, які характерні тільки для однорічних пагонів. Порівняно з листками однорічних пагонів із пурпуровою

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

серединою, у цій частині рожевих листків зелених пігментів у 1,9–3,8 раза менше. У жовтій облямівці пурпурових листків вміст хлорофілу був у 2,6–4,6 раза більший, ніж у таких частинах рожевих листків. Найбільший вміст зелених пігментів у середній частині пурпурових листків був у травні, у коричневих – у червні, а у жовто-зеленій частині цих листків – у жовтні. У спекотний період, а саме липень-вересень, у листках форми '*Coronita*' вміст пігментів зменшується, а коли у жовтні температура знижується, то їх кількість збільшується.

Таблиця 2

Сезонна динаміка вмісту каротиноїдів у листках та виділених їх частинах трьох форм *B. thunbergii* DC. в умовах Херсонщини, мг/г сирової маси, 2017 рік

Назва форми	Колір / частина листка	Вік пагонів	Травень		Червень		Липень		Вересень		Жовтень	
			Каротин.	Σ хл / Σ кар	Каротин.	Σ хл / Σ кар	Каротин.	Σ хл / Σ кар	Каротин.	Σ хл / Σ кар	Каротин.	Σ хл / Σ кар
<i>Berberis thunbergii</i>	зелений листок	1	0,40±0,01*+	3,3	0,47±0,01*+	4,0	0,51±0,01	3,7	0,32±0,01*+	3,2	0,45±0,01*+	3,3
		2	0,66±0,01	3,3	0,58±0,01*	4,4	0,53±0,03*	2,9	0,40±0,01*	3,2	0,49±0,01*	2,9
<i>Berberis thunbergii</i>	зелений листок	1	–	–	–	–	–	–	0,35±0,01+	3,8	0,50±0,01	2,8
		2	–	–	–	–	–	–	0,39±0,01	3,6	0,53±0,01	3,0
<i>Harlequin</i>	пурпуровий з біло-сірими плямами листок	1	–	–	0,11±0,02*	5,6	0,32±0,01*	3,0	0,49±0,01*	3,5	0,55±0,01	2,8
		2	0,38±0,02	3,2	0,18±0,01*	5,3	0,35±0,01*	2,6	0,32±0,01*+	3,3	0,54±0,01	2,5
<i>Coronita</i>	жовта облямівка листка	1	–	–	–	–	0,08±0,01*+	2,2	0,10±0,01*+	1,4	0,16±0,01+	1,6
	рожева середина листка	1	–	–	0,23±0,01	2,5	0,12±0,01*	1,3	0,18±0,01*	1,3	0,21±0,01	1,7
	жовта облямівка листка	1	0,55±0,01	2,5	0,37±0,01*	4,4	0,16±0,01*	2,9	0,26±0,01*	2,6	0,37±0,01*+	2,2
	пурпурова середина листка	1	0,70±0,01	3,0	0,47±0,03*	3,8	0,20±0,01*	2,8	0,27±0,01*	2,7	0,30±0,01*+	2,2
	жовта облямівка листка	2	0,58±0,01	2,6	0,34±0,00*+	2,9	0,18±0,01*	3,1	0,21±0,01*+	2,2	0,51±0,01*	2,3
	пурпурова середина листка	2	0,66±0,01+	2,9	0,49±0,03*	2,9	0,23±0,02*	3,0	0,27±0,01*	2,5	0,55±0,01*	2,5
	1/2 частина листка жовто-зелена	2	–	–	0,41±0,02*	2,9	0,33±0,02*	3,1	0,51±0,01*	3,8	0,64±0,02	3,3
	1/2 частина листка коричнева	2	–	–	0,63±0,01	3,5	0,33±0,02*	3,8	0,43±0,01*	3,1	0,58±0,01*	3,1

Найвищий вміст каротиноїдів у листках однорічних пагонів *B. thunbergii* був у липні, а у листках дворічних пагонів – у травні (табл. 2). У форми '*Harlequin*' максимум каротиноїдів у листках одно- та дворічних пагонів припадав на жовтень, як і двох частин рожевих листків форми '*Coronita*'. У листків однорічних пагонів, що мають пурпурову середину і жовту облямівку, найвищий вміст каротиноїдів був у травні зі зниженням у спекотний період і деяким зростанням у жовтні. Такий самий характер у динаміці вмісту жовтих пігментів установлений до листків із цим типом забарвлення дворічних пагонів. Для листків, що мають 1/2 частину жовто-зеленого та 1/2 – коричневого забарвлення, найменший вміст каротиноїдів був у липні з поступовим зростанням у вересні й жовтні. Якщо простежити сезонну динаміку вмісту каротиноїдів у листках одно- або дворічних пагонів, то відмінності між максимумом та іншими сезонними показниками практично у кожній формі були статистично достовірні (*).

Отже, найвищий вміст хлорофілів і каротиноїдів у зеленолистої форми припадає на першу половину вегетації із тенденцією до зменшення в другій частині періоду, коли посилюється спека. У строкатолистої форми *'Harlequin'* динаміка вмісту хлорофілів у листках одно- і дворічних пагонів дещо відрізняється, особливо наприкінці вегетації, коли у перших зелених пігментів було в 4 рази менше, ніж у других. Наприкінці вегетації в листках форми *'Harlequin'* суттєво збільшується вміст каротиноїдів, що є типовою ознакою для багатьох інших видів рослин [2]. Статистично достовірні відмінності між вмістом хлорофілів і каротиноїдів у листках одно- і дворічних пагонів *B. thunbergii* відмічені в чотирьох місяцях спостережень, а у форми *'Harlequin'* тільки у двох – наприкінці вегетації відносно хлорофілів і в одному – між показниками каротиноїдів (див. табл. 1, 2). У жовтій облямівці листків з рожевим кольором однорічних пагонів форми *'Coronita'* зелених і жовтих пігментів було, зазвичай, значно менше, аніж у периферійній частині пурпурових листків. Максимальний вміст обох типів фотосинтетичних пігментів у цій частині листків одно- і дворічних пагонів відмічений у першій половині вегетації. Те ж саме стосується і середньої частини рожевих і пурпурових листків, а найменший вміст пігментів припадає на місяці, коли спека та сухість повітря досягають максимуму. Листки з жовто-зеленим і коричневим забарвленням форми *'Coronita'* відрізняються від двох інших типів листків тим, що в них максимальний вміст хлорофілів і каротиноїдів, зазвичай, припадає на другу половину вегетації, і він є суттєво більшим. Істотні відмінності вмісту хлорофілів установлені в листках з жовтою облямівкою та їх серединою і менші – між цими ж частинами листка при дослідженні каротиноїдів (див. табл. 1, 2).

Таким чином, усі три форми *B. thunbergii* відрізняються динамікою вмісту фотосинтетичних пігментів у листках упродовж вегетації. При цьому простежується ендогенна мінливість показників вмісту хлорофілу і каротиноїдів у листках як одно- і дворічних пагонів, так і в окремих різнозабарвлених частинах листків форми *'Coronita'*. Збільшення співвідношення хлорофіл *a* / хлорофіл *b* наприкінці вегетації свідчать про те, що листки декоративних форм *B. thunbergii* активніше втрачають хлорофіл *b*. Зменшення співвідношення сума хлорофілів / сума каротиноїдів в осінні місяці вказує, що катаболізм хлорофілів відбувається в листках рослин швидше, ніж каротиноїдів. Хлорофіл в асиміляційних органах рослин упродовж вегетації постійно руйнується та синтезується за умов достатнього впливу сонячного світла та кисню [2]. В антенних комплексах фотосистеми II міститься більше хлорофілу *b*, який є допоміжним пігментом для хлорофілу *a*, що є основним донором у рекреаційних центрах. Неприятливі фактори середовища призводять до того, що в листках рослин процеси розпаду хлорофілу можуть переважати над синтезом, що зменшує співвідношення хлорофіл *a* / хлорофіл *b* [5]. Як свідчать наші дослідження, у спекотні місяці літа вміст фотосинтетичних пігментів у листках форм *B. thunbergii* зменшується, а зазначене співвідношення істотно не варіює. Воно змінюється наприкінці вегетації, коли включаються фізіолого-біохімічні механізми старіння листків. У цей період, очевидно, підвищується фотозахисна функція каротиноїдів, як і антоціанів, що не розглядалися у нашій роботі. Восени, як добре відомо, у деревних рослин починається друга хвиля росту, що пов'язано з покращенням погодних умов – зберігається оптимальний температурний режим та збільшується вологість повітря і ґрунту. Цим можна пояснити підвищення вмісту хлорофілів у листках форм *Berberis* у ранньо-осінній період порівняно зі спекотними літніми місяцями.

Висновки

Дослідження динаміки вмісту фотосинтетичних пігментів у листках трьох форм *B. thunbergii*, дві з яких строкатолисті, дозволило встановити загальні тенденції їх зміни впродовж вегетації та специфічні особливості кожної з форм. Загальним є те, що вміст хлорофілу в листках, зазвичай, вищий у першій, ніж у другій половині вегетації, а каротиноїдів – частіше навпаки. У листках однорічних пагонів вміст зелених і жовтих пігментів нижчий, що, очевидно, пов'язано з процесами росту. У форми *'Coronita'*, що характеризується високою ендогенною мінливістю за ознакою забарвлення листків, виявлена значна гетерогенність вмісту фотосинтетичних пігментів у різних частинах листової пластинки залежно від її кольору. На вміст

фотосинтетичних пігментів у листках форм *B. thunbergii*, очевидно, впливають кліматичні умови степового регіону, а саме спека та сухість повітря в другій половині вегетації.

1. Biger W., Björkman O. Role of the xanthophylls cycle in photoprotection elucidated by measurements of light-induced absorbance change, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*. *Photosynthesis Research*. 1990. 25 (3). P. 173–185. DOI:10.1007/BF00033159.
2. Croft Y., Chen J. M. Leaf pigment content. Book: Reference module in earth systems and environmental sciences. Oxford: Elsevier Inc., 2017. 22 p.
3. Hughes N. M., Lev-Yadun, S. Red/purple leaf margin coloration: Potential ecological and physiological functions. *Environmental and Experimental Botany*. 2015. 119. P. 27–39.
4. Nichelmann L., Bilger W. Quantification of light screening by anthocyanins in leaves of *Berberis thunbergii*. *Planta*. 2017. 246 (6). P. 1069–1082. DOI:10.1007/s00425-017-2752-2.
5. Richardson A. D., Duigan S. P., Berlyn G. P. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist*. 2002. 153 (1). P. 185–194.
6. Wellburn A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*. 1994. 144 (3). P. 307–313. DOI:10.1016/S0176-1617(11)81192-2.

¹I. I. Korshykov, ²N. I. Sushynska

¹Kryvyi Rih Botanical Garden of NAS of Ukraine, Ukraine

²Agrobiostation – botanical garden of Kherson State University, Ukraine

SEASONAL DYNAMICS OF CONTENT OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN VARIEGATED-LEAF FORMS OF *BERBERIS THUNBERGII* DC.

The work deals with the peculiarities of seasonal dynamics of the content of photosynthetic pigments in leaves and their parts with various colouring in variegated-leaf forms of *Berberis thunbergii* DC.

Three forms were studied: green-leaf, purple-leaf '*Harlequin*', and form '*Coronita*', which has three colour patterns of leaves and their different parts (peripheral and central) with substantial differences in colouring. The photosynthetic pigments were extracted from leaves and their parts using dimethyl sulphoxide; in given extracts, the quantity of these pigments was measured by spectrophotometer SF-2000.

We determined general and specific peculiarities of the content of chlorophyll and carotenoids in the leaves of one- and two-year-old shoots of three forms of *B. thunbergii* during growth and heterogeneity of their quantity in differently coloured parts of the leaf blade of '*Coronita*'. In the yellow margins of pink-coloured leaves of one-year-old shoots of "*Coronita*", the content of green and yellow pigment was usually lower than in the peripheral part of purple-coloured leaves. The maximum content of both types of photosynthetic pigments in this part of leaves of one- and two-year-old shoots was noted in the first half of the growing season. The same applies to the middle parts of the pink- and purple-coloured leaves; the lowest content of the pigments is typical of hot and dry months. The yellow-green- and brown-coloured leaves of form '*Coronita*' differ from the other two leaf types in that the content of chlorophyll and carotenoids is at the highest in the second half of the growing season, and it is significantly higher. The ratio of chlorophyll a/chlorophyll b in the leaves of three forms recorded in September-October increases in comparison with such ratio in May-July. It shows that, at the end of the growing season, catabolism of chlorophyll b takes place faster than one of chlorophyll a. With regard to the ratio chlorophyll/sum of carotenoids, this index decreases in autumn in comparison with the first half of the growing season; it shows that green pigments have more active catabolism than yellow ones.

The maximum content of chlorophyll in the leaves of *B. thunbergii* is generally recorded in the first half of the growing season; this index decreases in the hot and dry second half, but when the heat drops, the quantity of carotenoids increases slightly. In this regard, variegated-leaf form '*Coronita*' stands out; it is characterized by high endogenic variability in the content of pigments within leaf blades depending on the colouring of different parts of a leaf.

Key words: variegated-leaf forms of *Berberis thunbergii* DC., one- and two-year-old shoots, leaves, pigments, content dynamics.

Надійшла 14.08.2019.

Г. С. ШАТАЛЮК, В. Г. КУР'ЯТА

Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського
вул. Острозького, 32, Вінниця, 21000
e-mail: halya17061991@gmail.com

ВПЛИВ ЕСФОНУ НА БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В ПЕРІОД ДОЗРІВАННЯ ЯГІД, УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ АГРУСУ

Досліджено вплив передзбиральної обробки кущів агрусу (*Grossularia reclinata* (L.) MILL) сорту Машенька 0,3%-им водним розчином етиленпродуценту есфону на урожайність та якісні характеристики ягід, кількісні зміни вмісту структурних полісахаридів у процесі дозрівання плодів.

Встановлено, що на четвертий, восьмий і дванадцятий день у ягід рослин, оброблених етиленпродуцентом, уміст відновлюючих цукрів, сахарози та їх суми був вищим порівняно з контролем. Виявлено інтенсивніше зниження загальної кислотності ягід дослідного варіанту, при цьому вміст аскорбінової кислоти достовірно не змінювався. Зафіксовано також вищу активність амілази в ягодах за дії етиленпродуцента в період їх дозрівання, унаслідок чого відбувалося більш швидке зниження вмісту крохмалю та збільшення кількості в них цукрів. Передзбиральне обприскування етиленпродуцентом призводило до зменшення вмісту структурних полісахаридів та до суттєвого зростання вмісту пектинів. Зроблено висновок про перспективність застосування есфону у насадженнях агрусу з метою прискорення і синхронізації дозрівання плодів, покращення їх якості.

Ключові слова: агрус, етиленпродуценти, полісахариди, дозрівання ягід, мацерація, якість плодів.

Застосування речовин, які після обприскування рослин розпадаються з виділенням етилену, відкриває широкі перспективи використання їх в практиці рослинництва для прискорення дозрівання плодів, механізованого збору продукції [3, 13]. Препарати можна застосовувати і для післязбиральної обробки плодів з метою прискорення їх дозрівання та покращення окрасу [2, 12].

Встановлено, що дозрівання плодів ягода супроводжується глибокою структурною і функціональною перебудовою клітинної стінки: зменшенням її товщини [9], посиленням активності ферментів, що руйнують полісахариди [18], значними змінами геміцелюлоз і співвідношення протопектинів: розчинний пектин, деполімеризацією пектинів [19], розщепленням глікопротеїнового комплексу серединних пластинок [5]. Зміни у клітинній стінці ведуть до зменшення твердості плоду, покращення його технологічних якостей [4, 16].

Дозрівання плоду не можна розглядати тільки як деструктивний процес. У цей час активується синтез ряду білків, утворюється ферментна система синтезу етилену, підвищується активність полігалактуронази, пектинестерази, целюлази, рибонуклеази, поліфенолоксидази, пероксидази, відбувається збільшення кількості мітохондрій та рибосом [1, 17].

Разом з тим, фізіологічні та біохімічні зміни в плодах ягода після обробки їх етиленпродуцентами залишаються значною мірою ще маловивченими, що обмежує практичне застосування зазначених препаратів. У зв'язку з цим, метою дослідження було встановити зміни в накопиченні різних форм цукрів, загальної кислотності та аскорбінової кислоти, структурі полісахаридного комплексу ягід агрусу в процесі їх дозрівання після передзбиральної обробки рослин етиленпродуцентом есфоном.

Матеріал і методи досліджень

Роботу проводили на насадженнях рослин агрусу (*Grossularia reclinat* (L.) MILL) сорту Машенька у спеціалізованому господарстві ФГ «Дагор» с. Раково Томашпільського р-ну Вінницької обл. у вегетаційні періоди 2015–2017 рр. Розташування дослідних ділянок рандомізоване, у ряді п'ять кущів, повторність польового досліду п'ятикратна. Рослини

обробляли 0,3%-им водним розчином есфону за 10 днів до збирання ягід за допомогою ранцевого обприскувача ОП-2 [8]. Обробку проводили одноразово в середині дня.

Контрольні рослини обробляли водопровідною водою. Ягоди для аналізу відбирали через кожні чотири дні після обробки рослин препаратом. Уміст полісахаридів визначали на фіксованому матеріалі – ягоди фіксували в польових умовах рідким азотом, досушували в сушильній шафі при температурі 70° С до повітряно-сухого стану. Визначення вмісту целюлози та пектинів здійснювали ваговим методом, вмісту геміцелюлоз та неструктурних вуглеводів (цукрів і крохмалю) у плодах агрусу – проводили йодометричним методом [15]. У процесі дозрівання визначали активність інвертази та амілази за Х. М. Починком [11]. Для оцінки якості ягід проводили їх аналіз на загальну кислотність шляхом потенціометричного титрування [6], вміст аскорбінової кислоти визначали за допомогою гексаціаноферату калію [14].

Аналітична повторюваність досліджень – п'ятикратна. Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою комп'ютерної програми «Statistica-6». Достовірність різниці показників контролю і досліду визначали за t-критерієм Стьюдента. У таблицях і на рисунку представлені середньоарифметичні значення та їх стандартні похибки за три роки досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення

Передзбиральна обробка кущів агрусу розчином есфону спричиняла зростання урожайності (контроль – 3,0±0,03 кг, есфон – 3,2±0,04 кг з куща), а також впливала на якісний склад ягід (табл. 1).

Встановлено, що на четвертий, восьмий і дванадцятий день після обробки рослин етиленпродуцентом у ягодах уміст відновлюючих цукрів, сахарози та їх суми був вищим порівняно з контролем. Зафіксоване інтенсивніше зменшення загальної кислотності ягід дослідного варіанту, при цьому вміст аскорбінової кислоти достовірно не змінювався. Збільшення вмісту цукрів та зниження загальної кислотності плодів під впливом етиленпродуценту кампозану виявлено нами також в аналогічних дослідженнях, проведених раніше з культурою малини [7].

Таблиця 1

Зміни якісних показників ягід агрусу в процесі їх дозрівання за дії есфону

Показник	Контроль			Есфон		
	I	II	III	I	II	III
Сума цукрів, % на масу сирої речовини	6,0±0,2	6,2±0,2	7,1±0,3	6,1±0,2	7,9±0,2*	8,9±0,3*
Відновлюючі цукри, % на масу сухої речовини	4,7±0,1	4,5±0,1	5,2±0,1	5,2±0,1	6,1±0,1*	6,8±0,3*
Сахароза, % на масу сирої речовини	1,3±0,1	1,6±0,1	1,80±0,1	1,2±0,1	1,7±0,1*	2,0±0,1*
Крохмаль, % на масу сирої речовини	0,85±0,01	0,45±0,03	0,32±0,01	0,71±0,02	0,39±0,01*	0,27±0,02*
Вміст аскорбінової кислоти, мг/100г	21,2±0,6	21,0±0,6	20,8±0,4	21,5±0,6	22,7±0,7	22,4±0,7
Титрована кислотність, % на масу сирої речовини	2,23±0,06	1,96±0,04	1,84±0,05	2,01±0,06	1,72±0,04*	1,82±0,05*

Примітка: дні після обробки: I – 4-й день; II – 8-й день; III – 12-й день;

* – різниця достовірна при $p \leq 0,05$

Виявлено незначне зростання активності інвертази в ягодах агрусу протягом їх дозрівання за впливу есфону, однак достовірна різниця між контролем і дослідним варіантами була відсутня (рисунок).

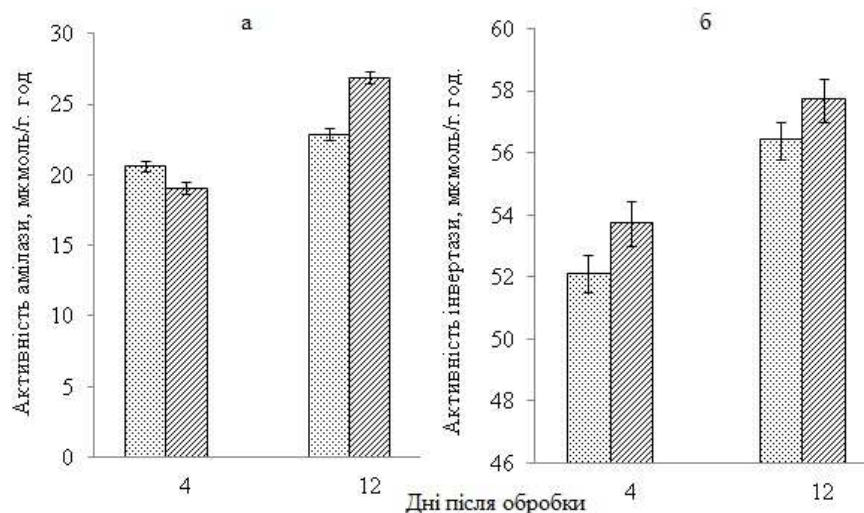


Рисунок. Дія есфону на активність амілази (а) та інвертази (б) в процесі дозрівання ягід агрусу сорту Машенька; – контроль; – есфон.

Встановлено також вищу активність амілази в ягодах агрусу сорту Машенька за дії етиленпродуцента в період їх дозрівання, чим, очевидно, і пояснюється більш швидке зменшення вмісту крохмалю в плодах та збільшення кількості в них цукрів.

Відомо, що ступінь солодкості ягід визначається співвідношенням цукри / органічні кислоти. Як свідчать отримані результати, зазначене співвідношення швидше зростає за умови застосування есфону.

Стиглість ягід значною мірою визначається інтенсивністю мацерації рослинних тканин, яка починається з перетворень полісахаридного комплексу клітинних стінок [1, 7]. Відомо, що процес дозрівання соковитих плодів супроводжується збільшенням вмісту водорозчинних пектинів, зміною активності ферментів їх обміну та полімерних характеристик. Зокрема, у помідорах при переході зеленого плоду до споживчої зрілості активність пектинестерази зростала у 20 разів. Активність полігалактуронази не вдалося виявити у зелених плодів, але вона була надзвичайно високою у зрілих ягодах томатів [1]. Проведене нами раніше визначення молекулярної маси пектинів, виділених з плодів малини протягом тижня після обробки насаджень 0,1%-им розчином кампозану М, показало, що поліуронідний комплекс піддається значним змінам: при дозріванні плодів знижувалася молекулярна маса пектинових речовин, причому за дії етиленпродуцента процес відбувався швидше [7].

Отримані результати свідчать про суттєві зміни полісахаридного комплексу клітинних стінок ягід агрусу при застосуванні передзбиральної обробки етиленпродуцентом (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст структурних полісахаридів в ягодах агрусу під впливом есфону в процесі дозрівання (% на масу сухої речовини)

Показник	Контроль			Есфон		
	4-й день	8-й день	12-й день	4-й день	8-й день	12-й день
Пектини	11,9±0,2	15,1±0,3*	19,7±0,4*	13,4±0,3	17,4±0,4*	22,6±0,5*
Целюлоза	17,4±0,4	16,2±0,2*	15,4±0,2*	16,1±0,3	14,6±0,6*	14,0±0,4*
Геміцелюлози	17,6±0,5	16,6±0,4*	16,3±0,4*	17,1±0,4	16,7±0,5*	16,1±0,4*

Примітка: * – різниця достовірна при $p \leq 0,05$.

Аналіз вмісту пектинів в ягодах агрусу протягом періоду дозрівання свідчить про суттєве зростання кількості зазначеного полісахариду, причому за дії есфону його накопичення відбувалося інтенсивніше. Раніше було також встановлено, що обробка рослин малини перед збиранням урожаю етиленпродуцентом кампозаном спричинила розщеплення

високомолекулярних фракцій целюлози первинних стінок, що сприяло більш швидкій мацерації плодів [7].

Отримані результати дослідження свідчать, що передзбиральне застосування есфону призводить до зменшення вмісту целюлози в ягодах агрусу: у дослідному варіанті зменшення вмісту цього структурного полісахариду відбувалося інтенсивніше. Це узгоджується з отриманими нами раніше даними, що під впливом етиленпродуцентів активується розщеплення низькомолекулярних фракцій целюлози первинних клітинних стінок плодів малини, що забезпечує прискорення мацерації тканин [7]. Можна висловити припущення, що частковий гідроліз целюлози при дозріванні плодів призводить до поповнення в них вмісту цукрів.

Відомо, що геміцелюлози виконують не лише структурну функцію в клітині, а можуть частково використовуватися як резервна речовина [10]. Результати дослідження свідчать про зменшення вмісту геміцелюлоз при дозріванні ягід, але достовірних відмінностей між контролем і дослідом не встановлено.

Висновки

Отже, передзбиральна обробка ягід агрусу етиленпродуцентом есфоном призводить до посилення накопичення пектинових речовин у плодах, інтенсивнішого гідролізу целюлози у порівнянні з контролем, що є важливими показниками більш ранньої мацерації тканин ягід. За дії препарату в ягодах інтенсивніше накопичувалися всі форми цукрів та швидше зменшувалася загальна кислотність. Установлено, що за дії препарату прискорювалося розщеплення крохмалю ягід внаслідок зростання активності амілази. Застосування передзбиральної обробки ягід агрусу етиленпродуцентом есфоном призводило до зростання урожайності культури агрусу, покращення якості продукції.

1. Бертон У. Г. Физиология созревания и хранения продовольственных культур. Москва: Агропромиздат, 1985. 359 с.
2. Буланцева Е. А., Нгуен Тьен Тханг, Ружицкий А. О., Проценко М. А., Кораблева Н. П. Влияние регуляторов биосинтеза этилена на метаболические процессы в плодах банана разной степени зрелости. *Прикладная биохимия и микробиология*. 2009. Т. 45, № 1. С. 104–108.
3. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход. Москва: Мир, 1985. 303 с.
4. Землянская Е. В., Омелянчук Н. А., Ермаков А. А., Миронова В. В. Механизмы регуляции передачи этиленового сигнала у растений. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2016. Т. 20, № 3. С. 386–395 DOI:10.18699/VJ15.105
5. Кахана Б. М., Кривилева Н. И. Превращения гликопротеинового комплекса клеточных стенок при размягчении плодов. *Теоретическая и прикладная карпология: тезисы Всесоюзной конференции*. Кишинев: Штиинца. 1989. С. 123–124.
6. Крищенко В. П. Методы оценки качества растительной продукции. Москва : Колос, 1983. 192 с.
7. Кур'ята В. Г. Фізіолого-біохімічні механізми дії ретардантів і етиленпродуцентів на рослини ягідних культур: дис. ... д-ра біол. наук : 03.00.12. Київ, 1999. 318 с.
8. Кур'ята В. Г., Попроцька І. В. Фізіолого-біохімічні основи застосування ретардантів в рослинництві: монографія. Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. 98 с.
9. Метлицкий Л. В. Иммунологический контроль в жизни растений. Москва : Наука, 1987. 68 с .
10. Попроцька І. В. Регуляція донорно-акцепторних відносин у рослин в системі «депо асимілятів – ріст» у процесі проростання: монографія. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2017. 123 с.
11. Починок Х. Н. Методы биохимического анализа растений. Киев : Наук. думка, 1976. 334 с.
12. Причко Т. Г., Германова М. Г., Смелик Т. Л. Усиление интенсивности окраски яблоч регуляторами роста в период выращивания. *Научные труды гос. науч. учреждения Северо-Кавказского зонального науч.-исслед. ин-та садоводства и виноградарства Рос. акад. с.-х. наук*. 2015. Т. 8. С. 153–158.
13. Проценко М., Буланцева Е., Ружицкий А., Хотченков В. Застосування сполук, які після обприскування рослин розпадаються з виділенням етилену, відкриває широкі перспективи використання їх в практиці рослинництва для прискорення дозрівання плодів і ягід, механізованого збору продукції. *С.-х. біол.* 2013. № 3. С.14–19.

14. Щипарев С. М. Количественное определение аскорбиновой кислоты с помощью гексацианоферрита калия. *Методы биохимического исследования растений*. Л. : Из-во Ленинградского ун-та. 1978. С. 133–135.
15. AOAC. Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3. 2010. Asso of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland: USA, 2010. 700 p.
16. Ding S., Wang R., Shan Y., Li G. Changes in pectin characteristics during the ripening of jujube fruit: Changes in pectin characteristics during jujube fruit ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 97, No 12. P. 4151–4159. DOI: 10.1002 / jsfa.8285
17. Gustavo D. Trinchero, Trincheroa, Gabriel O. Sozzia, Ana M. Cerri, Fernando Vilella, Adela A. Frascina. Ripening-related changes in ethylene production, respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana* L.), a solanaceous species. *Postharvest Biology and Technology*. 1999. Vol 16, No 2. P. 139–145. DOI: 10.1016/S0925-5214(99)00011-3
18. Kausik M., Bibhas M. Ethephon induced fractional changes of pectic polysaccharides in developing cape gooseberry (*Physalis peruviana* L) fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005. Vol. 85, No 7. P. 1222–1226. DOI: 10.1002/jsfa.2090
19. Majumder K., Mazumdar B. C. Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. *Scientia Horticulturae - SCI HORT-AMSTERDAM*. 2002. Vol. 96, No 1. P. 91–101. DOI:10.1016 / S0304-4238 (02) 00079-17.

References

1. Berton U. G. Fiziologiya sozrevaniia i khraneniia prodovol'stvennykh kul'tur./ Moskva: Agropromizdat, 1985. 359 s. (in Russian).
2. Bulantseva E. A., Nguen T'en Tkhang, Ruzhitskiy A. O., Protsenko M. A., Korableva N. P. Vliianie regulatorov biosinteza etilena na metabolicheskie protsessy v plodakh banana raznoy stepeni zrelosti. *Prikladnaia biokhimiia i mikrobiologiya*. 2009. T. 45. No 1. S 104–108. (in Russian).
3. Derfling K. Gormony rasteniy. Sistemnyy podkhod / Moskva: Mir, 1985. 303 s. (in Russian).
4. Zemlianskaia E. V., Omel'ianchuk N. A., Ermakov A. A., Mironova V. V. Mekhanizmy reguliatsii peredachi etilenovogo signala u rasteniy. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*. 2016. T. 20. No3. S. 386–395 DOI:10.18699/VJ15.105. (in Russian).
5. Kakhana B. M., Krivileva N. I. Prevrashcheniia glikoproteinovogo kompleksa kletochnykh stenok pri razmiagchenii plodov. *Teoreticheskaiia i prikladnaia karpologiya: Tez. Vsesoiuz. konf. – Kishinev: Shtiintsa*. 1989. S. 123–124. (in Russian).
6. Krishchenko V. P. Metody otsenki kachestva rastitel'noy produktsii. Moskva: Kolos. 1983, 192 s. (in Russian).
7. Kuryata V. H. Fizioloho-biokhimichni mekhanizmy dii retardantiv i etylenproduktentiv na roslyny iahidnykh kul'tur : dys. ... doktora biol. nauk : 03.00.12 / Kuryata Volodymyr Hryhorovych. – K., 1999. 318 s. (in Ukrainian).
8. Kuryata V. H., Poprots'ka I. V. Fizioloho-biokhimichni osnovy zastosuvannia retardantiv v roslynnystvi: monohrafiia / Vinnytsia. TOV «Tvory», 2019. 98 s. (in Ukrainian).
9. Metlitskiy L. V. Immunologicheskii kontrol' v zhizni rasteniy. – Moskva: Nauka. 1987, 68 s. (in Russian).
10. Poprots'ka I. V. Rehuliatsiia donorno-aktseptornykh vidnosyn u roslyn v systemi «depo asimiliativ – rist» u protsesi prorostannia: monohrafiia. Vinnytsia: Nilan-LTD., 2017. 123 s. (in Ukrainian).
11. Pochinok Kh. N. Metody biokhimicheskogo analiza rasteniy. Kiev: Nauk. dumka. 1976, 334 s. (in Russian).
12. Prichko T. G., Germanova M. G., Smelik T. L. Usilenie intensivnosti okraski iablok regulatorami rosta v period vyrashchivaniia. *Nauchnye trudy gos. nauch. uchrezhdeniia Severo-Kavkazskogo zonal'nogo nauch.-issled. in-ta sadovodstva i vinogradarstva Ros akad. s.-kh. nauk*. 2015. T. 8. S. 153–158. (in Russian).
13. Protsenko M., Bulantseva E., Ruzhitskiy A., Khotchenkov V. Zastosuvannia spoluk, iaki pislia obriskuvannia roslyn rozpadaiut'sia z vidilenniam etilenu, vidkrivae shiroki perspektivi vikoristannia ikh v praktitsi roslynnitstva dlia priskorennia dozrivannia plodiv i iagid, mekhanizovanogo zboru produktsii. *S.-kh. biol.*. 2013. No 3. S.14–19. (in Russian).
14. Shchiparev S. M. Kolichestvennoe opredelenie askorbinovoy kisloty s pomoshch'iu geksatsianoferrita kaliia. *Metody biokhimicheskogo issledovaniia rasteniy. – L.: Iz-vo Leningradskogo un – ta*. 1978. S. 133–135. (in Russian).
15. AOAC. Official Methods of Analysis of Association of Analytical Chemist International 18th ed. Rev. 3. 2010. Asso of Analytical Chemist. Gaithersburg, Maryland: USA, 2010. 700 p.

16. Ding S., Wang R., Shan Y., Li G. Changes in pectin characteristics during the ripening of jujube fruit: Changes in pectin characteristics during jujube fruit ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2017. Vol. 97, No 12. P. 4151–4159. DOI: 10.1002 / jsfa.8285
17. Gustavo D. Trincherro, Trincherroa, Gabriel O. Sozzia, Ana M. Cerri, Fernando Vilella, Adela A. Frascina. Ripening-related changes in ethylene production, respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana* L.), a solanaceous species. *Postharvest Biology and Technology*. 1999. Vol 16, No 2. P. 139–145. DOI: 10.1016/S0925-5214(99)00011-3
18. Kausik M., Bibhas M. Ethephon induced fractional changes of pectic polysaccharides in developing cape gooseberry (*Physalis peruviana* L) fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2005. Vol. 85, No 7. P. 1222–1226. DOI: 10.1002/jsfa.2090
19. Majumder K., Mazumdar B. C. Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. *Scientia Horticulturae - SCI HORT-AMSTERDAM*. 2002. Vol. 96, No 1. P. 91–101. DOI:10.1016 / S0304-4238 (02) 00079-17.

H. S. Shataliuk, V. G. Kuriata

M. Kotsiubynskiy Vinnytsia State Pedagogical University, Ukraine

THE INFLUENCE OF ESPHONE ON BIOCHEMICAL CHANGES DURING RIPENING PERIOD, YIELD, AND QUALITY OF GOOSEBERRY PRODUCTS

The effect of pre-harvest treatment of gooseberry bushes (*GROSSULARIA RECLINAT* (L.) MILL) of cv. *Mashenka* with a 0.3% aqueous solution of ethylene product on the yield and quality characteristics of berries, quantitative changes in the content of structural polysaccharides during ripening were studied. The experiments were carried out in the field from 2015 to 2017. The experimental sites were randomly chosen, there were five bushes in a row, the repetition of the field experiment was fivefold. The plants were treated with 0.3% aqueous esphone two weeks prior to berry harvesting using an OP-2 backpack. The berries under analysis were selected every four days after treatment with the preparation. The polysaccharide content was determined on a fixed material. The berries were fixed in the field with liquid nitrogen, dried in a drying oven at 70° C to air - dry state. The determination of cellulose and pectin content was carried out by weight method, hemicellulose and non-structural carbohydrates (sugars and starch) in gooseberry fruits were carried out by iodometric method. To evaluate the quality of the berries, their analysis for total acidity was performed by potentiometric titration, ascorbic acid was determined using potassium hexacyanoferrate. The analytical replicability of the studies is fivefold. Statistical processing of the results was performed using the computer program 'Statistica-6'. The significance of the difference between the control and experiment indicators was determined by Student's t-test. It is found out that on the fourth, eighth and twelfth days, the content of reducing sugars, sucrose and their amounts in the berries treated with ethyleneproducer plants was higher than in the control sample. A more intense decrease in the total acidity of the berries of the experimental sample was observed, while the ascorbic acid content did not change significantly. A higher amylase activity in berries due to ethylene products during ripening was also established, resulting in a faster decrease in the starch content in the berries and an increase in the sugar content. Pre-harvesting of gooseberry with ethylene product esphone leads to increased accumulation of pectic substances in the products, a more intensive hydrolysis of structural polysaccharides in comparison with the control sample, which serves as an indicator of more intense maceration of fetal tissues. The use of pre-harvest processing of gooseberry with ethylene product esphone has led to increased yields and higher quality of gooseberry crop production and has many prospects for the development of mechanized harvesting technologies.

Key words: gooseberry, ethylene products, polysaccharides, ripening of berries, maceration, yield of production.

Надійшла 15.08.2019.

ОГЛЯДИ

УДК: 616.37-091.8-02:616.379-008.64-084

doi:10.25128/2078-2357.19.3.10

¹Х. І. КУРИЛО, ¹А. С. ВОЛЬСЬКА, ¹І. М. КЛІЩ, ²Б. В. ЗАБЛОЦЬКИЙ

¹Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України
майдан Волі 1, Тернопіль, 46002

²Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: kurylokh@tdmu.edu.ua

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ФАРМАКОЛОГІЧНОЇ КОРЕКЦІЇ МЕТАБОЛІЧНИХ ЗРУШЕНЬ ПРИ ЦУКРОВОМУ ДІАБЕТІ ТИПУ 2

Проведено аналіз і систематизацію даних літератури щодо фармакологічної корекції метаболічних порушень при цукровому діабеті типу 2. Використано методи інформаційного пошуку, аналізу даних літератури щодо дослідження лікарських рослин з гіпоглікемічною дією. Розглянуто лікарські рослини та природні амінокислоти, які володіють гіпоглікемічною дією та можуть використовуватись з лікувально-профілактичною метою у хворих з цукровим діабетом типу 2. Встановлено, що біологічно активні компоненти лікарських рослин можуть впливати на активність ключових ферментів обміну вуглеводів, транспорт глюкози та функції рецептора до інсуліну, порушення яких відіграють важливу роль в патогенезі цукрового діабету.

Ключові слова: цукровий діабет, козлятник лікарський, чорниця звичайна, таурин, гіпоглікемічна активність.

Цукровий діабет (ЦД) визнано однією з найбільших медико-соціальних проблем в Україні та світі, оскільки він зумовлює високий ризик розвитку інвалідизуючих ускладнень і підвищену смертність населення [1]. Згідно з даними ВООЗ, кількість хворих щороку зростає і вражає людей незалежно від віку, статі та достатку, що зумовлює підвищення смертності в 3–4 рази та скорочує тривалість життя на 20–30% [31].

У патогенезі ЦД типу 2 ключову роль відіграє порушення секреції інсуліну β -клітинами та периферичної утилізації глюкози. Порушення синтезу інсуліну може проявлятися зміною послідовності амінокислот в його молекулі та перетворення проінсуліну в інсулін. В обох випадках виробляється гормон, який матиме низьку біологічну активність, що приведе до розвитку гіперглікемії.

Метою лікування пацієнтів з ЦД типу 2 є досягнення максимального зниження сумарного ризику розвитку ускладнень шляхом досягнення та підтримання цільового рівня показників обміну речовин [8, 9].

Таким чином, множинність ланок патогенезу ЦД та його ускладнень при цій патології потребує використання для їх профілактики та лікування препаратів з різними фармакологічними властивостями. Одним з таких засобів подібної дії є препарати на рослинній основі.

Прогностичні оцінки експертів ВООЗ свідчать про актуальність проблеми ЦД типу 2, бо ЦД є хронічним захворюванням, при якому необхідно враховувати низку чинників щодо

кожного окремого випадку, що може позитивно чи негативно впливати на кінцевий результат лікування [15].

Згідно міжнародних рекомендацій, лікування ЦД повинно включати як немедикаментозні, так і медикаментозні методи.

Стандартні схеми медикаментозного лікування пацієнтів з ЦД обох типів широко представлені у спеціальній літературі, регулярно доповнюються та оновлюються відповідно до вимог доказової медицини [28].

Основними завданнями медикаментозного лікування пацієнтів з ЦД є попередження гострих ускладнень захворювання.

Препаратом першої лінії на сьогодні є похідні сульфонілсечовини та бігуанідів. Препарати сульфонілсечовини II покоління використовуються в клінічній практиці з 60-х років, на цей час є найбільш вживаними пероральними цукрознижуючими препаратами [33].

Крім традиційних груп цукрознижуючих пероральних засобів [16, 22], на сьогодні застосовують такі групи, як засоби, що потенціюють секрецію інсуліну – GLP-1 і ЖПІ – глюкозозалежний інсулінотропний пептид; антагоністи альфа-рецепторів, похідні імідазолу, мідаглізол; карбоксимідаліди; інсулін-міметичні речовини; препарати, що посилюють метаболізм глюкози незалежно від інсуліну; речовини – потенціатори дії інсуліну: глітазони – циглітазон, дарглітазон, троглітазон, енглітазон; фрагменти СТГ людини; інгібітори контрінсулярних гормонів – аналоги глюкагону, сульфоамідо-бензамід, аналоги соматостатину.

Методи лікування при ЦД можна розділити на кілька груп [28]. Дієтотерапія – зниження споживання легкодоступних вуглеводів, контроль кількості вуглеводної їжі та надання переваги продуктам, що містять харчові волокна. Медикаментозні [10], які застосовують при декомпенсації вуглеводного обміну, і профілактика ускладнень, що здійснюється під час всього перебігу захворювання.

Пероральні цукрознижувальні препарати застосовуються з метою стимуляції секреції β -клітинами підшлункової залози додаткового інсуліну, з метою відновлення нормальної концентрації глюкози в крові.

Похідні сульфонілсечовини, що підвищують секрецію інсуліну бета-клітинами підшлункової залози, є основною групою засобів для лікування ЦД типу 2, а їх цукрознижувальна дія пов'язана з прискоренням і збільшенням секреції інсуліну, підвищенням його доступності в тканинах, посиленням його дії [22, 33].

Однак до ери відкриття інсуліну (1922 рік) і синтетичних цукрознижувальних препаратів (з середини 50-х років) саме фітотерапія була єдиним методом підтримки хворих. Тому й на сучасному етапі арсенал нових природних препаратів поповнюється завдяки лікарським рослинам [19]. Фітотерапія здатна проявити суттєву підтримку стандартному способу лікування на всіх стадіях захворювання, а деколи й замінити традиційне лікування. Доведено, що пацієнти, які активно використовують фітотерапію, потребують нижчих доз інсуліну і пероральних цукрознижувальних ліків.

У науковій і народній медицині є численні дані про використання лікарських рослин для лікування хворих з ЦД. Відомо понад 150 рослин, що виявляють антидіабетичний ефект [11, 29]. Сьогодні фітотерапія стала важливою складовою частиною лікування хворих на ЦД [19]. Вона може бути застосована як монотерапія у поєднанні з дієтотерапією або як допоміжна – у поєднанні з таблетованими цукрознижуючими препаратами або інсуліном. Така комплексна терапія зумовлює досягнення компенсації захворювання, його стабілізацію, а інколи дозволяє зменшити дозу інсуліну чи таблетованих цукрознижуючих засобів [30].

Механізми гіпоглікемічної дії фітопрепаратів сьогодні активно вивчаються та висунено дослідниками декілька гіпотез: БАР рослин збагачує організм лужними радикалами, які в слабколужному розчині в присутності $\text{Ca}(\text{OH})_2$ глюкозу перетворюють на фруктозу або манозу, для засвоєння яких не потрібно інсуліну; цукрознижувальні рослини містять гуанідин, який є сильною основою і діє подібно до препаратів похідних сульфосечовини [7]; під впливом фітопрепаратів посилюється відновлення β -клітин в острівцях Лангерганса; здатність рослинних речовин регулювати імунні механізми за допомогою імуномодуляторів. Рослини

нормалізують вторинні порушення обміну речовин, забезпечуючи профілактику ускладнень з боку сітківки очей, печінки, серцево-судинної, сечовидільної, нервової, опорно-рухової та інших систем організму хворого [2].

Основним у лікуванні ЦД є досягнення нормалізації вуглеводного, білкового і жирового обмінів, профілактика та лікування гострих і хронічних ускладнень та їх наслідків, тому обов'язковою умовою фітотерапії є застосування фітопрепаратів з різними механізмами дії. Таким чином можливий одночасний фармакологічний вплив на кілька ланок розвитку хвороби, що дозволить швидше досягнути бажаного результату лікування [27].

Використання рослинної сировини для створення лікарських препаратів пояснюється багатьма причинами. Компоненти, які входять до складу препаратів, завдяки широкому спектру фармакологічної дії та низькій токсичності, проявляють комплексну дію на організм і рідко викликають серйозні побічні реакції. Це дозволяє проводити тривале лікування при хронічних захворюваннях. Діючі речовини, які входять до складу рослин, часто виявляють високу спорідненість до ферментних систем організму і тому відносно легко вступають у метаболічні процеси [21].

У народній та науковій медицині в терапії ЦД використовували природні джерела інсуліну [5]: бульби топінамбуру, жоржини, корені цикорію, оману, кульбаби тощо. Як цукрознижуючі засоби використовують лушпиння квасолі, кизил, пагони та листя чорниці, галегу. Ці лікарські рослини потрапляють у різні комбінації лікарських зборів, дієтичних та харчових добавок (офіційним збором для лікування та профілактики цукрового діабету є «Арфазетин») [25].

В Україні лише в 2012 році вперше розпочато випуск вітчизняного препарату «Арфа комбі» (ПАТ «Фармак») [4, 32]. У його склад входять таурин, екстракт перикарпію квасолі, екстракт листя чорниці. Рекомендують препарат до використання в раціонах дієтичного харчування особам, які контролюють рівень цукру крові, як додаткове джерело біологічно активних речовин – інгібіторів альфа-амілази та альфа-глюкозидози, фенольних кислот, таурину з метою підтримки нормального вуглеводного обміну. Він знижує розщеплення і засвоєння вуглеводів, що потрапили з їжею.

Фітотерапія при ЦД частково відтворює або посилює ефекти багатьох пероральних антидіабетичних препаратів при можливому зниженні їх побічних ефектів і дози, а також сприяє синтезу інсуліну, оптимізуючи його дію на рівні тканин, стимулює процеси регенерації бета-клітин та покращує роботу усіх ланок імунної системи, нормалізує вторинні порушення обміну речовин і гормонів та забезпечує профілактику ускладнень зі сторони серцево-судинної, сечовидільної систем, опорно-рухового апарату [19, 22, 24, 29].

Значущість лікарських рослин в комплексній схемі лікування ЦД пов'язана з тим, що в них оптимальна біодоступність на системному, органному і клітинному рівнях; фізіологічно закладена в організмі біохімічна здатність до засвоєння і ефективної утилізації проміжних і кінцевих продуктів метаболізму, що істотно знижує вірогідності кумуляції, органотропної, алергенної й токсичної дії.

Встановлено, що більшість лікарських рослин справляють олузнюючий ефект і глюкоза у слаболужному середовищі переходить в інші вуглеводи – манозу і фруктозу, для утилізації яких не треба інсуліну, унаслідок чого потреба у введенні останнього знижується.

Препарати та збори із козлятника (галеги лікарської), лушпиння квасолі, листя чорниці оптимізують дію інсуліну в результаті його захисту від активності ферментів. Включення «захищеного» інсуліну в обмінні процеси вирішує проблему гормональної недостатності і нормалізує порушений вуглеводний обмін без негативного впливу на синтез білків і жирів в організмі.

Згідно з прогнозами експертів ВООЗ, у найближчі 10 років частка фітопрепаратів у загальному обсязі споживання фармацевтичних препаратів сягне 70%. Це пов'язано, з тим, що близько 15% населення Землі страждає на алергію, у тому числі й на синтетичні лікарські препарати. Європейські країни не тільки імпортують, але й у великому асортименті виробляють лікарські рослини та лікарські засоби рослинного походження.

Проаналізувавши ряд джерел інформації про лікарські засоби (Державний реєстр лікарських засобів, компендіум, наукові журнали медичного і фармацевтичного профілю, монографії, навчальні книги та ін.), вдалося сформувати групу лікарських засобів рослинного походження з гіпоглікемічною дією, які зареєстровані і мають місце на ринку України.

Сучасний фармацевтичний ринок нашої держави містить близько 15% фітопрепаратів, які використовуються з лікувально-профілактичною метою при захворюваннях на ЦД.

Одним з перспективних шляхів збільшення кількості фітопрепаратів на сучасному фармацевтичному ринку є створення безпечних лікарських комбінацій, що поєднують різні види фармакологічної дії. Нові комбінації створені на основі природних компонентів і містять комплекси біологічно активних речовин, структурно подібних метаболітам організму, мають більш низьку токсичність у порівнянні з синтетичними лікарськими засобами, а також проявляють багатогранний вплив на організм людини.

Для профілактики і лікування різних захворювань важливим є вплив лікарських засобів на органи чи тканини, уражених патологічним процесом. Перспективним напрямком є використання нанотехнологій, що дозволяє оптимізувати ефективність терапії та звести до мінімуму побічні ефекти, поліпшити комплаєнс. Наночастки можуть утворювати комплекси з продуктами обміну речовин, лікарськими засобами, покращуючи їх стабільність і розчинність, унаслідок чого ліки краще засвоюються клітинами організму. Досвід народної медицини дає змогу вважати, що під час лікування лікарськими рослинами кращий ефект спостерігається при застосуванні лікарських зборів. Сьогодні на фармацевтичному ринку України відсутні ліпосомальні форми гіпоглікемічних засобів, тому, зважаючи на це, доцільним було створення ліпосомальної форми досліджуваної нами фітокомпозиції Галевіт. Комплексне застосування забезпечує одночасний вплив на декілька систем організму, що, очевидно, матиме позитивний клінічний ефект. Комплекс біологічно активних речовин компонентів збору підвищує толерантність до вуглеводів, підсилює глікогенутворювальну функцію печінки. Тому ми вважаємо доцільним пошук нових цукрознижувальних фітопрепаратів, які б не тільки регулювали обмін вуглеводів, але і позитивно впливали на ліпідний обмін, імунологічний статус. Актуальність даних розробок зумовлена постійним зростанням хворих на цукровий діабет в Україні.

Серед імпортованих лікарських засобів для профілактики та лікування цукрового діабету найбільша питома вага належить препаратам з Німеччини й Данії. Для розробки нової фітокомпозиції нами було взято до уваги склад фітокомпозицій, що використовуються з лікувально-профілактичною метою у хворих на цукровий діабет сьогодні.

Недостатній асортимент антидіабетичних українських ЛЗ у формі таблеток на основі стандартизованих екстрактів листя чорниці звичайної та трави козлятника лікарського зумовлює актуальність розробки складу, технології та методів стандартизації досліджуваної фітокомпозиції.

Фітотерапія повинна бути обов'язковим компонентом у лікуванні діабету. Ряд лікарських рослин попереджають розвиток ускладнень діабету не тільки внаслідок гіпоглікемічного ефекту, але й завдяки зниженню оксидативного стресу, модуляції метаболізму ксенобіотиків, депресії глюконеогенезних ферментів [19, 22]. Незважаючи на доступність та відносну дешевизну вітчизняних фітозасобів, що є дуже важливим, український ринок гіпоглікемічних засобів рослинного походження досить обмежений [29].

З вище вказаного можна стверджувати, що препарати рослинного походження, які застосовуються у хворих на ЦД, мають різнопланову метаболічну, регуляторну поліорганну дію. З іншого боку, у діабетології в останні роки швидко розвивається напрямок із вивчення ролі рослинних препаратів за ЦД типу 2.

Одним з основних механізмів гіпоглікемічної дії рослин є стимуляція β -клітин панкреатичних острівців, які синтезують інсулін. Рослини справляють олузнюючий ефект і глюкоза у слаболужному середовищі переходить в інші вуглеводи – манозу і фруктозу, для утилізації яких не потрібно інсуліну, внаслідок чого потреба у введенні останнього зменшується. Фруктоза, на відміну від глюкози, не приводить до підвищення секреції β -клітинами інсуліну, можливо, через відсутність на поверхні β -клітин транспортера фруктози

(GLUT5). Обмін фруктози в печінці здійснюється гліколітичним шляхом, при якому частина фруктози перетворюється в глюкозу, а інша – в фруктозо-1-фосфат і далі в дігидроксиацетонфосфат, який в подальшому ряді реакцій перетворюється на ліпіди [30]. Це пояснює, яким чином збільшення споживання фруктози прискорює в печінці процеси, що ведуть до синтезу і накопичення жирних кислот та триацилгліцеролів.

Отже, гіпоглікемічна дія біологічно активних компонентів лікарських рослин реалізується декількома шляхами, а саме: завдяки абсорбції глюкози в кишечнику, збільшення секреції інсуліну підшлунковою залозою, інсуліноміметичної дії, інгібування продукції глюкози гепатоцитами або посилення поглинання глюкози периферичними тканинами через вплив на транспортери глюкози (GLUT), модуляції антиоксидантного захисту тощо. Стимулювання периферичного поглинання глюкози в інсулін-чутливих та інсулін-нечутливих тканинах є одним з декількох механізмів, які контролюють рівень глюкози в крові, а отже, спрямована дія на цей процес є однією з найперспективніших цілей у лікуванні ЦД.

Увагу науковців насамперед привертають лікарські рослини, які широко використовуються в народній і практичній медицині для лікування ЦД і мають достатню сировинну базу. Тому об'єктом досліджень вибрано надземну частину лікарської рослинної сировини – траву козлятника лікарського.

Козлятник лікарський, галега лікарська (*Galega officinalis* L), вважається однією з найстаріших рослин, що використовуються у лікуванні ЦД [24]. Активний цукрознижувальний компонент сухого екстракту козлятника лікарського діє за позапанкреатичним механізмом, підвищуючи вміст глікогену в печінці та пригнічуючи активність ферменту інсулінази. Гіпоглікемічний ефект досліджуваного екстракту зумовлений наявністю фітолу, етилового естеру пальмітинової кислоти, фітостеролів, α -амірину, похідними хіназоліну або їхньою синергічною дією. Фітол здатний впливати на профіль глюкози, знижуючи глюконеогенез і пригнічуючи синтез глюкози в печінці, а також, мобілізуючи ліпіди м'язів, зумовлює підвищення чутливості їх до дії інсуліну, знижує інсулінорезистентність і регулює метаболічні розлади, що супроводжують діабет шляхом активації RXR (retinoid X receptor), що призводить до посилення експресії гена GLUT2 та мРНК глюкокінази.

У Великобританії, США, Болгарії лікарську рослинну сировину трави козлятника використовують в офіційній медицині на початкових стадіях чи в комплексному лікуванні ЦД, зокрема діабету типу 2.

Гіпоглікемічну дію козлятника лікарського виявлено ще в 1927 році, але наукові факти про цукрознижувальну дію трави і насіння суперечливі. Вважають, що гіпоглікемічний ефект притаманний лише екстрактам [3], які містять алкалоїди (галегін), що пригнічують всмоктування глюкози у шлунково-кишковому тракті. Окрім того, галегін може функціонувати як ліганд до імідазолінового рецептора I2 (I2R). Зв'язування гуанідинів з I2R посилює фосфорилування цАМФ-активованої протеїнкінази, яка виступає регулятором енергетичного гомеостазу та активує транслокацію GLUT-4 у м'язовій тканині, посилюючи таким чином поглинання глюкози скелетними м'язами.

Основними компонентами галеги лікарської є фітол, етиловий ефір пальмітинової кислоти, фітостероли і α -амірин. Фітол шляхом активації RXR рецепторів (retinoid X receptor) зумовлює посилення експресії гена GLUT2 і мРНК глюкокінази і має здатність зменшувати прояви інсулінорезистентності, регулюючи метаболічні розлади, здатний впливати на профіль глюкози, знижуючи глюконеогенез і пригнічуючи її синтез в печінці, а також мобілізує ліпіди м'язів, спричиняючи підвищення чутливості їх до інсуліну [5], а фітостероли пригнічують адсорбцію холестеролу.

У складі галеги лікарської виявлено низку флавоноїдів. Серед них сім речовин, які є похідними двох агліконів і цукрових компонентів – глюкози, рамнози і галактози. Виявлено, що лютеолін, який міститься в екстракті галеги лікарської, інгібує активність α -амілази, а флавоноїди сприяють підвищенню концентрації кальцію в крові, який впливає на секрецію інсуліну клітинами підшлункової залози. Гіпоглікемічна дія флавоноїдів обумовлена наявністю фенольного кільця у їхній структурі [19]. Відомо також про позитивний вплив флавоноїдних сполук на функцію нирок, печінки та інших органів.

Присутність гуанідинових алкалоїдів в козлятнику лікарському зумовлює пролонговану гіпоглікемічну дію [2]. Лише у разі тривалого його застосування спостерігається стійкий цукрознижувальний ефект. Активний цукрознижувальний компонент галеги має здатність підвищувати вміст глікогену в печінці та пригнічувати активність ферменту інсулінази. Тривалий прийом галеги відновлює активність клітин-острівців Лангерганса, безалкалоїдна фракція попереджає розвиток оксидативного стресу в щурів за умов стрептозотоцинового діабету, забезпечуючи мобілізацію антиоксидантних механізмів захисту системи крові.

Однією з рослин, що широко використовується в медицині, є чорниця звичайна (*Vaccinium myrtillus* L.) [3]. У медичній практиці її листя виявляє протидіабетичну активність, С і Р-вітамінну активність [13]. Установлено сприятливий вплив листя чорниці на процеси окисного фосфорилування в мітохондріях печінки [17]. Хімічний склад листя рослини – це фенольні сполуки, які відповідають за цукрознижувальну діяльність.

Гіпоглікемічна активність сухого екстракту чорниці звичайної обумовлена наявністю у складі сировини простих фенолів (арбутин); поліфенолів, а саме хлорогенової кислоти, що інгібує глюкозо-6-фосфатазу, яка каталізує кінцевий етап глікогенолізу та глюконеогенезу; та флавоноїдів, які поліпшують мікроциркуляцію тканин за рахунок мембраностабілізуючої та антиоксидантної дії і покращують метаболізм інсулінозалежних процесів. За даними фітохімічних досліджень, чорниця містить глікозиди міртилін та неоміртилін («рослинний інсулін») [6, 23, 26].

Одним із механізмів розвитку діабетичних ангіопатій вважають наявність генетичної схильності до морфофункціональної аномалії клітинних мембран, що реалізується в судинну патологію через метаболічні порушення. У зв'язку з цим доцільним є використання в лікуванні хворих на ЦД лікарських засобів мембраностабілізуючої дії. Одним з таких препаратів є таурин. У даний час доведено, що окремі ефекти таурину пов'язані з його участю в окисно-відновних реакціях.

Природна амінокислота таурин бере участь у біохімічних перетвореннях, сприяє поліпшенню енергетичних процесів, відіграє суттєву роль в обміні жирів, входить до складу парних жовчних кислот, сприяє емульгуванню жирів у кишечнику. Характерною особливістю таурину є здатність стимулювати репаративні процеси, стабілізувати вуглеводний обмін, знижувати середньодобову глікемію. Різноманітні біологічні властивості таурину визначають широкий спектр його фармакологічної активності. Дефіцит речовини асоційований з дисфункцією в різних тканинах, може впливати на патогенез діабетичних судинних ускладнень [34]

В останні роки з'явилися дані щодо ефективності застосування таурину не тільки як гепато-, нейро- і кардіопротектора, а й як засобу для профілактики і лікування ЦД та його судинних ускладнень. В експериментальних дослідженнях установлено, що таурин покращує чутливість периферичних тканин до інсуліну, гальмує розвиток абдомінального ожиріння в щурів зі спонтанним ЦД 2 типу, знижує гіпертригліцеридемію в щурів зі стрептозотоциновим діабетом, підвищує рівень відновленого глутатіону в ізольованих гепатоцитах. Клінічні дослідження показали, що таурин запобігає розвитку інсулінорезистентності та дисфункції панкреатичних β -клітин, що індуковані підвищеним рівнем вільних жирних кислот у чоловіків із надмірною масою тіла. Сьогодні є велика кількість експериментальних даних про позитивні результати застосування таурину для запобігання розвитку діабетичних ускладнень, спричинених тривалою некомпенсованою гіперглікемією, зокрема діабетичної нефропатії.

Завдяки своїм антиоксидантним властивостям, таурин зменшує апоптоз ендотеліальних клітин, індукований вільними радикалами, відновлює проникність мембран і запобігає клітинним ушкодженням, пов'язаним зі збільшенням внутрішньоклітинного току Ca^{2+} . Антидіабетичні властивості таурину можуть реалізовуватися за рахунок 4 основних механізмів дії: антиоксидантної активності, протизапальних ефектів, осморегуляторної активності, впливу на глюкозний гомеостаз.

Експериментальні дані широкого спектра антидіабетичних властивостей таурину свідчать про доцільність його вивчення в рамках подальших клінічних випробувань як додаткового засобу комплексної фармакотерапії ЦД та його ускладнень.

Висновки

Біологічно активні компоненти лікарських рослин, можуть проявляти цукрознижувальний ефект, який впливатиме на активність ключових ферментів обміну вуглеводів, транспорт глюкози та функції рецептора до інсуліну, порушення яких відіграють важливу роль в патогенезі ЦД.

1. Асфандиярова Н. С. Смертность при сахарном диабете 2 типа. *Сахарный диабет*. 2015. № 18 (4). С. 12–21.
2. Беляков К. В. Фитотерапия сахарного диабета. *Consilium privisorum*. 2007. № 6 (50). С. 26–27.
3. Бильченко А. В. Сахарный диабет и сердечно-сосудистые заболевания. *Ліки України*. 2009. № 4. С. 78–81.
4. Блецкан М. М., Свистак В. В. Особенности застосування фітотерапії при ожирінні. *Україна. Здоров'я нації*. 2018. С. 5–8
5. Боднар П. М. Ендокринологія. Вінниця : Нова книга, 2010. 464 с.
6. Боднар П. М., Михальчишин Г. П. Актуальні питання діагностики та лікування цукрового діабету. *Мистецтво лікування*. 2003. № 1. С. 51–55.
7. Власенко М. В. Бігуаніди в лікуванні цукрового діабету 2-го типу: стандарти та інновації. *Міжнар. ендокринол. журнал*. 2009. № 3. С. 41–44.
8. Ганзий Т. В. Новые классы гипогликемических средств в лечении сахарного диабета 2-го типа. *Теоретична і експериментальна медицина*. 2014. № 3 (52). С. 47–52.
9. Горохова Т. А., Марсов М. Г., Соленнікова С. М., Белоногова В. Д. Макро- і мікроелементи брусниці, буяхів, чорниці та мучниці. *Фармац. журн*. 2004. № 3. С. 102–104.
10. Гринкевич Н. И. Ладыгина А. Е. *Фармакогнозия. Атлас. Медицина*. 2009. 320 с.
11. Демченко Д. В. Сравнительное фитохимическое исследование побегов и листьев черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.). *Растительные ресурсы*. 2006. № 11. С. 25.
12. Джафарова Р. Э. Исследование гипогликемического действия некоторых лекарственных растений, содержащих флавоноиды. *Проблемы физиол. и биохимии*. 2008. Т. 26. С. 237–248.
13. Зворська О. З., Грошовий Т. А. Чорниця звичайна (*Vaccinium myrtillus* L.) – перспективна сировина для одержання лікарських засобів. *Pharmaceutical*. 2009. № 3. С. 29–33.
14. Казека Г. Р. Метаболический синдром: *Врачебный практикум*. Новосибирск, 2002. 50 с.
15. Каминский А. В. Место препаратов сульфонилмочевины в терапии сахарного диабета 2-го типа. *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2011. № 2 (34). С. 59–62.
16. Катеренчук В. І. Сучасна терапія цукрового діабету 2-го типу з використанням препаратів компанії «Фармак». *Сімейна медицина*. 2009. № 4. С. 110–114.
17. Квасова Т. М. Влияние препаратов сбора Арфазетин на течение экспериментального сахарного диабета у крыс. *Врач-аспирант*. 2011. № 5.1 (48). С. 157–162.
18. Кирилюк М. Л., Гавловський О. Д. Сучасні клініко-патофізіологічні аспекти цукрового діабету 2 типу. *Інтегративна Антропологія*. 2009. № 2 (14). С. 40–44.
19. Кіхтяк О. П. Механізми розвитку інсулінорезистентності та її мішені. *Український медичний Часопис*. 2013. 5 (97). С. 99–102.
20. Клиническая фармакология : учебник / под ред. В. Г. Кукеса. М. : «Гэотар – Медицина», 2004. 917 с.
21. Клінічна фармакологія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / С. В. Нальотов, І. А. Зупанець, Т. Д. Бахтеева та ін. Х. : Вид-во НФаУ : Золоті сторінки, 2007. Т. 1. 348 с.
22. Ковальов В. М., Павлій О. І., Ісакова Т. І. Фармакогнозія з основами біохімії рослин. Харків : Прапор, 2000. 556 с.
23. Количев І. О., Краснікова Т. О., Загайко А. Л., Кошовий О. М. Дослідження органічних кислот спиртового екстракту з листя чорниці звичайної. *Укр. біофармац. журн*. 2016. № 1. С. 55–57.
24. Количев І. О., Краснікова Т. О., Кошовий О. М. Дослідження амінокислотного складу спиртового екстракту з листя чорниці звичайної. *Вісник фармації*. 2016. № 2. С. 12–15.
25. Кондрацкая И. Н. Сахарный диабет 2 типа. Критерии постановки диагноза. Принципы первичной антигипергликемической терапии. *Проблемы эндокринной патологии*. 2015. № 2. С. 119–122.
26. Корсун В. Ф., Трумпе Т. Е., Корсун Е. В., Ершов Н. В., Огренич Н. А. Фитотерапия против диабета. М: Центрполиграф, 2015. 352 с.
27. Лекарственное растительное сырье. Фармакогнозия: учебное пособие / под. ред. Г. П. Яковлева, К. Ф. Блиновой. СПб. : СпецЛит., 2004. С. 442–443.
28. Лукашів О. Я. Використання біологічно активних речовин для профілактики і регуляції метаболізму при цукровому діабеті. 2018. С. 119–122.

29. Марчишин С. М., Олещук О. М., Савич А. О. Визначення фармакологічної активності нового рослинного збору з антидіабетичною дією. *Фітотерапія: часопис*. 2015. № 2. С. 35–40.
30. Маршанова Л. М. Исследование состава и разработка биотехнологии получения биологически активных концентратов черники обыкновенной – *Vaccinium myrtillus* L.: автореф. канд. биол. наук: 03.00.23. Ставрополь, 2006. 27 с.
31. Михайленко О. Ю. Сучасна терапія цукрового діабету 2-го типу з використанням представника групи препаратів сульфонілсечовини – гліклазиду сповільненого вивільнення виробництва ПАТ «Фармак». *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2015. Т. 2, № 66. С. 52–56.
32. Новіков В. П., Конечна Р. Т., Стадницька Н. С. Фітосооби в лікуванні цукрового діабету: (огляд літератури). *Фітотерапія. Часопис*. 2007. № 3. С. 9–15.
33. Новое направление в терапии сахарного диабета 2–го типа: какие возможности нам предоставляет виктоза? *Міжнародний ендокринологічний журнал*. 2012. № 3 (43). С. 61–65.
34. Остапів Р. Д., Кисців О. С., Манько В. В. Вплив тривалого перорального введення таурину на фізіологічні показники щурів. *Вісник Львівського університету. Сер. біол.* 2015. Вип. 69. С. 247–255.

References

1. Asfandiirarova N. S. Smertnost' pri sakharnom diabete 2 tipa. *Sakharnyy diabet*. 2015. No 18 (4). S. 12–21 (in Russian).
2. Beliaikov K. V. Fitoterapiia sakharnogo diabeta. *Consilium privisorum*. 2007. No 6 (50). S. 26–27 (in Russian).
3. Bil'chenko A. V. Sakharnyy diabet i serdechno–sosudistyte zabolevaniia. *Liki Ukraini*. 2009. No 4. S. 78–81 (in Russian).
4. Bletskan M. M., Svystak V. V. Osoblyvosti zastosuvannia fitoterapii pry ozhyrinni. *Ukraina. Zdorov'ia natsii*. 2018. S. 5–8 (in Ukrainian).
5. Bodnar P. M. Endokrynolohiia. *Vinnytsia. Nova knyha*. 2010. 464 s (in Ukrainian).
6. Bodnar P. M., Mykhal'chyshyn H. P. Aktual'ni pytannia diahnostryky ta likuvannia tsukrovoho diabeta. *Mystetstvo likuvannia*. 2003. No 1. S. 51–55 (in Ukrainian).
7. Vlasenko M. V. Bihuanidy v likuvanni tsukrovoho diabeta 2-ho typu: standarty ta innovatsii. *Mizhnar. endokrynol. zhurnal*. 2009. No 3. S. 41–44 (in Ukrainian).
8. Ganziy T. V. Novye klasy gipoglikemicheskikh sredstv v lechenii sakharnogo diabeta 2-go tipa. *Teoretichna i eksperimental'na meditsina*. 2014. No 3 (52). С. 47–52 (in Russian).
9. Horokhova T. A., Marsov M. H., Soliennikova S. M., Bielonoheva V. D. Makro- i mikroelementy brusnytsi, buiakhyv, chornytsi ta muchnytsi *Farmats. zhurn.* 2004. No 3. S. 102–104 (in Ukrainian).
10. Grinkevich N. I. Ladygina A. E. *Farmakognoziia. Atlas Meditsina*. 2009. 320 s (in Russian).
11. Demchenko D. V. Sravnitel'noe fitokhimicheskoe issledovanie pobegov i list'ev cherniki obyknovennoy (*Vaccinium myrtillus* L.). *Rastitel'nye resursy*. 2006. No 11. S. 25 (in Russian).
12. Dzhaifarova R. E. Issledovanie gipoglikemicheskogo deystviia nekotorykh lekarstvennykh rasteniy, soderzhashchikh flavonoidy. *Problemy fiziol. i biokhimii*. 2008. T. 26. S. 237–248 (in Russian).
13. Zvors'ka O. Z., Hroshovyy T. A. Chornytsia zvychayna (*Vaccinium myrtillus* L.) – perspektyvna syrovyna dlia odezhanntia likars'kykh zasobiv. *Pharmaceutical*. 2009. No 3. S. 29–33 (in Ukrainian).
14. Kazeka G. R. *Metabolicheskyy sindrom: Vrachebnyy praktikum*. Novosibirsk, 2002. 50 s.
15. Kaminskiy A. V. Mesto preparatov sul'fonilmocheviny v terapii sakharnogo diabeta 2-go tipa. *Mizhnarodniy endokrinologichnyy zhurnal*. 2011. No 2 (34). S. 59–62 (in Russian).
16. Katerenchuk V. I. Suchasna terapiia tsukrovoho diabeta 2-ho typu z vykorystanniam preparativ kompanii «Farmak». *Simeyna medytsyna*. 2009. No 4. S. 110–114 (in Ukrainian) (in Russian).
17. Kvasova T. M. Vliianie preparatov sbora Arfazetin na techenie eksperimental'nogo sakharnogo diabeta u krysa. *Vrach-aspirant*. 2011. No 5.1 (48). S. 157–162 (in Russian).
18. Kyryliuk M. L., Havlovs'kyi O. D. Suchasni kliniko-patofiziologichni aspekty tsukrovoho diabeta 2 typu. *Intehratyvna Antropolohiia*. 2009. No 2 (14). S. 40–44 (in Ukrainian).
19. Kikhtiak O. P. Mekhanizmy rozvytku insulinorezystentnosti ta ii misheni. *Ukrains'kyi medychnyy Chasopys*. 2013. 5 (97). S. 99–102 (in Russian).
20. *Klinicheskaia farmakologiya : uchebnik / pod red. V. G. Kukesa. M. : «Geotar – Meditsina», 2004. 917 s (in Russian).*
21. *Klinichna farmakolohiia: pidruch. dlia stud. vyshch. navch. zakl. / S. V. Na'otov, I. A. Zupanets', T. D. Bakhtieieva [ta in.]. Kh. : Vyd-vo NFaU : Zoloti storinky, 2007. T. 1. 348 s (in Ukrainian).*
22. Koval'ov V. M., Pavliy O. I., Isakova T. I. *Farmakohnoziia z osnovamy biokhimii roslyn*. Kharkiv, Prapor, 2000. 556 s (in Ukrainian).

23. Kolychev I. O., Krasnikova T. O., Zahayko A. L., Koshovyy O. M. Doslidzhennia orhanichnykh kyslot spyrtovoho ekstraktu z lystia chornytsi zvychnoyi. Ukr. biofarmats. zhurn. 2016. No 1. S. 55–57 (in Ukrainian).
24. Kolychev I. O., Krasnikova T. O., Koshovyy O. M. Doslidzhennia aminokyslotnoho skladu spyrtovoho ekstraktu z lystia chornytsi zvychnoyi. Visnyk farmatsii. 2016. No 2. S. 12–15 (in Ukrainian).
25. Kondratskaia I. N. Sakharnyy diabet 2 tipa. Kriterii postanovki diagnoza. Printsipy pervichnoy antigiperlikemicheskoy terapii. Problemi endokrinnoi patologii. 2015. No 2. S. 119–122 (in Russian).
26. Korsun V. F., Trumpe T. E., Korsun E. V., Ershov N. V., Ogrenich N. A. Fitoterapiia protiv diabeta. M: Tsentropoligraf, 2015. 352 s (in Russian).
27. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e. Farmakognoziia: uchebnoe posobie / pod. red. G. P. Iakovleva, K. F. Blinovoy. SPb.: SpetsLit., 2004. S. 442–443 (in Russian).
28. Lukashiv O. Ya. Vykorystannia biolohichno aktyvnykh rechovyn dlia profilaktyky i rehuliatcii metabolizmu pry tsukrovomu diabete. 2018. S. 119–122 (in Ukrainian).
29. Marchyshyn S. M., Oleshchuk O. M., Savych A. O. Vyznachennia farmakolohichnoi aktyvnosti novoho roslynnoho zboru z antydiabetychnoiu diieiu. Fitoterapiia chasopys. 2015. No. 2. S. 35–40 (in Ukrainian).
30. Marshanova L. M. Issledovanie sostava i razrabotka biotekhnologii poluchenii biologicheski aktivnykh kontsentrato cherniki obyknovenoj – *Vaccinium myrtillus* L.: avtoref. kand. biol. nauk: 03.00.23. / L. M. Marshanova. Stavropol', 2006. 27 s (in Russian).
31. Mykhaylenko O. Yu. Suchasna terapiia tsukrovoho diabeta 2-ho typu z vykorystanniam predstavnyka hrupy preparativ sul'fonilsechovyny – hliklazynu spovil'nenoj vyvil'nennia vyrobnytstva PAT «Farmak». Mezhdunarodnyy endokrynolohicheskyy zhurnal. 2015. T. 2, No 66. S. 52–56 (in Ukrainian).
32. Novikov V. P., Konechna R. T., Stadnyts'ka N. Ie. Fitozasoby v likuvanni tsukrovoho diabeta: (ohliad literatury) Fitoterapiia. Chasopys. 2007. No 3. S. 9–15 (in Ukrainian).
33. Novoe napravlenie v terapii sakharnogo diabeta 2-go tipa: kakie vozmozhnosti nam predstavliaet viktoza? Mizhnarodnyy endokrinologichnyy zhurnal. 2012. No 3 (43). S. 61–65 (in Russian).
34. Ostapiv R. D., Kystsiv O. S., Man'ko V. V. Vplyv tryvaloho peroral'noho vvedennia taurynu na fiziolohichni pokaznyky shchuriv. Visnyk L'vivskoho universytetu. Ser. biol. 2015. Vyp. 69. S. 247–255 (in Ukrainian).

¹Kh. I. Kurylo, ¹A. S. Volska, ¹I. M. Klishch, ²B. V. Zablotskyi

¹I. Horbachevsky Ternopil State Medical University, Ukraine

²Ternopil V. Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

MODERN APPROACHES TO THE PHARMACOLOGICAL CORRECTION OF METABOLIC CHANGES IN DIABETES MELLITUS TYPE 2

Diabetes mellitus is caused by one of the largest medical and social problems in Ukraine, because it causes a high risk of invasive disease. According to the WHO data, the number of patients is rising and people of varying age groups become ill, which causes an increase in the incidence of 3 to 4 pauses and the overall life expectancy of 20-30%.

Pathogenesis of diabetes mellitus and enclosure, require the extraction of drugs for prophylaxis and treatment with late pharmacological effects. One of these is a herbal remedy.

Analysis and systematization of the literature on metabolitotropic effects and substantiation of the use of new goat's-rue, blueberry and taurine phytocompositions for the correction of metabolic changes in diabetes type 2 were carried out.

The methods of information search, analysis of literature on the medicinal plants with hypoglycemic action were used.

The literary resources on pharmacological correction of metabolic changes in diabetes type 2 deal with natural herbs and amino acids that possess hypoglycemic action and can be used with therapeutic and prophylactic measure in patients with type 2 diabetes.

In type 2 diabetes mellitus significant anticytolytic, detoxifying and antioxidant properties of phytocompositions were confirmed.

It is known that in hyperglycemia and insulin resistance that occur at type 2 diabetes mellitus end products of glycosylation and glucose autooxidation are formed, which is accompanied by the activation of lipid peroxidation and the formation of a large number of free radicals.

It is known that one of the basic mechanisms for the development of insulin resistance, diabetes mellitus and specific diabetic angiopathies is oxidative stress.

One of the major pathogenetic factors in the development and course of type 2 diabetes mellitus is metabolic syndrome. It has been established that correction using both investigated phytocompositions and reference phytopreparation with different efficiency prevented the development of metabolic changes in metabolic syndrome.

Biologically active components of medicinal plants, may show hypoglycemic effect which will influence the activity of the enzymes, glucose transcription and the function of the peptide to the incyline, the processes which play an important role in the pathogenesis of diabetes.

Key words: diabetes mellitus, goat's-rue, blueberry, taurine, hypoglycemic activity.

Надійшла 26.08.2019.

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

УДК 57(092) Арсан

doi: 10.25128/2078-2357.19.3.11

В. В. ГРУБІНКО, В. З. КУРАНТ

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: v.grubinko@gmail.com

ПРОФЕСОР АРСАН ОРЕСТ МИХАЙЛОВИЧ – ПАМ'ЯТІ ВЧИТЕЛЯ І КОЛЕГИ



Стаття присвячена пам'яті відомого українського вченого в галузі екологічної фізіології, біохімії риб та водної токсикології, доктора біологічних наук, професора Арсана Ореста Михайловича. Учений вніс вагомий вклад у вивчення впливу багатьох чинників водного середовища (температури, іонів металів, аміаку, нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин, фенолів тощо) на метаболічні процеси в організмі гідробіонтів. Проф. Арсан О. М. є

автором понад 230 наукових праць та 5 монографій (у співавторстві). Під керівництвом Ореста Михайловича захищено 6 кандидатських та 1 докторська дисертація. Проф. Арсан О. М. відійшов у вічність 11 червня 2019 року. Світла пам'ять про чудову людину, доброго та надійного товариша назавжди збережеться у наших серцях.

Ключові слова. Арсан О. М., науковець, гідробіолог, вчитель.

АРСАН Орест Михайлович – доктор біологічних наук, професор, відомий фахівець у галузі екологічної фізіології, біохімії риб та водної токсикології. Народився 19 червня 1941 року в с. Ласківці Тербовлянського району Тернопільської області. В 1965 році закінчив з відзнакою біологічний факультет Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича зі спеціальності «біохімія». У 1965 році вступив до аспірантури при Інституті гідробіології НАН України, в 1972 році захистив кандидатську дисертацію на тему «Витамины В₁, В₂ и активность тиаминазы у некоторых видов рыб при различных условиях их содержания» зі спеціальності «біохімія», а в 1987 році в Московському державному університеті ім. М. В. Ломоносова захистив докторську дисертацію на тему «Особенности функционирования основных механизмов энергообеспечения процессов акклимации рыб к абиотическим факторам водной среды» зі спеціальності «гідробіологія». Наукове звання професора отримав у 1995 році. З 1988 по 2016 рік – завідувач відділу екотоксикології, з 2016 – провідний науковий співробітник відділу екології рослин та екотоксикології Інституту гідробіології НАН України. З 1997 по 2001 рік обіймав посаду заступника директора Інституту гідробіології НАН України з наукових питань.

Науковий доробок проф. О. М. Арсана пов'язаний з дослідженнями фізіолого-біохімічних механізмів адаптації риб до екологічних чинників водного середовища. Його фундаментальні праці присвячені з'ясуванню механізмів генерування енергії в організмі риб за стресової дії температурного, газового та іонного чинників водного середовища. О. М. Арсан показав, що формування механізмів стійкості водяних тварин до вказаних чинників навколишнього середовища зумовлено змінами інтенсивності гліколізу, аеробного дихання та функціонування гормональних систем в організмі риб. Він вперше встановив роль температури, концентрації газів (O₂, CO₂), іонів (кальцій, фосфор), включно з важкими металами (нікель, свинець) та гормонів щитовидної залози і гіпофізу в регуляції біоенергетичних процесів у риб на тканинному, клітинному і субклітинному рівнях.

О. М. Арсан вперше сформулював, теоретично обґрунтував і експериментально показав, що енергетичний обмін є основною базою, на якій будуються адаптивні процеси у риб до чинників водного середовища.

Проф. О. М. Арсан також зробив вагомий внесок у розробку прикладних аспектів екологічної фізіології, екологічної біохімії та екологічної токсикології. На підставі дослідження фізіолого-біохімічних механізмів спрямованої дії на біоенергетичні процеси (О. М. Арсан є співавтором) виявлено способи і засоби підвищення рибопродуктивності.

Роботи Ореста Михайловича стосувалися вивчення впливу на гідробіонти практично всіх чинників водного середовища: фізичних параметрів води та її хімічного складу, іонів металів, включно важких, аміаку, нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин та фенольних сполук тощо.

Проф. О. М. Арсан сформулював декілька пріоритетних думок щодо перспектив розвитку водної токсикології та екотоксикології загалом, щодо критеріїв оцінки токсичності водного середовища для гідробіонтів на основі молекулярних маркерів реакції риб на токсичне забруднення (Арсан О. М. Состояние и перспективы развития водной экотоксикологии. *Гидробиологический журнал*. 2007. № 6. С. 50–64.)

Результати наукової діяльності проф. О. М. Арсана опубліковані в понад 230 наукових працях, серед основних з яких колективні монографії: «Влияние синезеленых водорослей на обмен веществ у рыб» (1973); «Кальций и фосфор в жизнедеятельности гидробионтов» (1981); «Механизмы температурной акклимации рыб» (1991); «Комплексна оцінка екологічного стану басейну Дніпра» (2000); «Екологічні проблеми Київських водойм і прилеглих територій» (2015).

Вагома науково-організаційна робота Ореста Михайловича стосувалася Гідроекологічного товариства України, еколого-експертної оцінки в Міністерстві екології та природних ресурсів України, членства в редколегіях журналів «Гідробіологічний журнал», «Рибогосподарська наука України», «Таврійський науковий вісник» та ін.

Під керівництвом проф. О. М. Арсана захищено 6 кандидатських та 1 докторська дисертації. Він завжди всебічно підтримував наукову молодь та товаришів, його ідеї та поради покладені в основу наукових досліджень низки наукових шкіл у Національному університеті «Чернігівський колегіум імені Тараса Шевченка», Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка, Житомирському державному університеті імені Івана Франка тощо. Багато дослідників отримували у Ореста Михайловича вичерпні консультації і поради щодо подальших досліджень та інтерпретації результатів досліджень. Він ніколи не відмовляв у спілкуванні, завжди був щирим і віддавав себе підготовці молоді.

Орест Михайлович любив життя, сім'ю, Україну. Його серце було наповнено любов'ю і піклуванням про родину.

Проф. О. М. Арсан пішов з життя 11 червня 2019 року Ми пам'ятатимемо Ореста Михайловича як доброго і надійного товариша, який любив та поважав людей і був завжди готовим допомогти словом та ділом.

1. Хомляк М. М. Арсан Орест Михайлович. *Енциклопедія сучасної України* : у 30 т / ред. кол. І. М. Дзюба та ін.; НАН України, НТШ, Координаційне бюро енциклопедії сучасної України НАН України. К., 2001. Т. 1: А. С. 661. ISBN 966-02-2075-8.
2. Хомляк М. Арсан Орест Михайлович. *Тернопільський енциклопедичний словник* : у 4 т. / редкол.: Г. Яворський та ін. Тернопіль: Видавничо-поліграфічний комбінат «Збруч», 2004. Т. 1 : А-Й. 696 с. ISBN 966-528-197-6.

References

1. Khomliak M. M. Arsan Orest Mykhaylovych // *Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy* : u 30 t / red. kol. I. M. Dziuba [ta in.] ; NAN Ukrainy, NTSh, Koordynatsiyne biuro entsyklopedii suchasnoi Ukrainy NAN Ukrainy. K., 2001. T. 1: A. S. 661. ISBN 966-02-2075-8.
2. Khom'iak M. Arsan Orest Mykhaylovych // *Ternopil's'kyu entsyklopedychnyy slovnyk* : u 4 t. / redkol.: H. Yavors'kyu ta in. Ternopil': Vydavnycho-polihrafichnyy kombinat «Zbruch», 2004. T. 1 : A Y. 696 s. ISBN 966-528-197-6.

V. V. Hrubinko, V. Z. Kurant

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

PROFESSOR ARSAN OREST MYKHAILOVYCH - IN MEMORY OF TEACHER
AND COLLEAGUE

The article is a tribute to a famous Ukrainian scientist in the field of ecological physiology, fish biochemistry and aquatic toxicology Doctor of Biological Sciences, Professor Arsan Orest Mykhailovych. The scientist made a significant contribution to the study of the influence of many factors of the aquatic environment (temperature, metal ions, ammonia, petroleum products, surfactants, phenols, etc.) on metabolic processes in the body of hydro bionites. Prof. Arsan OM is the author of over 230 scientific papers and 5 monographs (co-authored). Under his scientific supervision, 6 Ph.D. and 1 doctoral thesis were defended. Prof. Arsan O.M. died on June 11, 2019. The memories of an outgoing personality, a kind and trustworthy companion will forever remain in our hearts.

Key words: Arsan O. M., scientist, hydrobiologist, teacher.

Надійшла 14.08.2019.

**КУЗЬМА МИКОЛАЙОВИЧ ВЕКІРЧИК – ВІДОМИЙ ПЕДАГОГ,
ВЧЕНИЙ, ЖУРНАЛІСТ, ГРОМАДСЬКИЙ ДІЯЧ**

(до 90-річчя від дня народження)



ПРОФЕСОР КУЗЬМА МИКОЛАЙОВИЧ ВЕКІРЧИК

Уникай трьох речей:
ненависті, заздрості і зневаги

Луцій Анней Сенека

У статті висвітлено життєвий, науковий і педагогічний шлях кандидата біологічних наук, професора, Почесного члена Українського товариства фізіологів рослин, члена Товариства мікробіологів України та Національної спілки журналістів України, відомого вченого-фізіолога рослин і мікробіолога, педагога, журналіста, учасника Другої світової війни, громадського діяча Кузьми Миколайовича Векірчика.

Народився Кузьма Миколайович у селі Задубрівці Снятинського району Івано-Франківської області у селянській родині. Свій освітній шлях розпочав, із перервою на лихоліття II Світової війни, із Задубрівської семирічної школи, далі – Снятинський сільськогосподарський технікум, біологічний факультет Чернівецького університету, вчителювання у селі Зелена Кельменецького району Чернівецької області, аспірантура

Чернівецького університету, захист дисертації на науковий ступінь кандидата біологічних наук, викладання в Уманському та Івано-Франківському педінститутах.

З 12 вересня 1967 року життєвий шлях Кузьми Миколайовича пов'язаний із нині Тернопільським національним педагогічним університетом, де все своє життя викладав фізіологію рослин та мікробіологію з основами вірусології: спочатку був обраний за конкурсом на посаду старшого викладача кафедри ботаніки тоді Кременецького педінституту, згодом став доцентом цієї кафедри, з 1987 р. – професором.

Науковим зацікавленням Кузьми Миколайовича було вивчення впливу мікроелементів і біологічно активних речовин на симбіотичну фіксацію азоту, ріст, розвиток і продуктивність бобових рослин. Дослідник започаткував публікацію серії статей про відомих педагогів вищих закладів освіти Тернополя та дивовижні витвори природи, був заступником головного редактора щорічника «Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє». Учений опублікував понад 360 наукових, навчально-методичних і науково-популярних статей, зокрема 7 навчальних посібників і підручників. Усе своє життя він проводив велику громадську, просвітницьку і патріотичну роботу. Був щирою, інтелігентною, порядною, скромною, доброзичливою та безкорисливою людиною, якою і залишиться в пам'яті своїх учнів, колег і друзів.

Ключові слова: Векірчик Кузьма Миколайович, педагог, вчений, журналіст, громадський діяч.

15 вересня 2019 року виповнилося б 90 років від дня народження Кузьми Миколайовича Векірчика – кандидата біологічних наук, професора, почесного члена Українського товариства фізіологів рослин, члена Товариства мікробіологів України та Національної спілки журналістів України, відомого вченого-фізіолога рослин і мікробіолога, педагога, журналіста, учасника Другої світової війни, доробок якого займає гідне місце серед вітчизняних учених, які своєю науковою, педагогічною та громадською працею зробили вагомий внесок у розвиток освіти і науки та становлення незалежності Української держави.

Народився К. М. Векірчик 15 вересня 1929 р. в селі Задубрівці Снятинського району Івано-Франківської області у сім'ї селян-батраків Векірчика Миколи Григоровича та Векірчик (Ступарик) Ганни Петрівни. У сім'ї був другою дитиною – мав старшого брата Василя (1925–1977). Батьків втратив рано – батько від непосильної роботи і хвороб помер у віці 32 років у 1933 р., а мати – у 1946 р. на 49 році життя.

Свою освіту Кузьма Миколайович розпочав із Задубрівської сільської школи. Навчання було перервано лихоліттями Другої світової війни. Під час німецької окупації разом із матір'ю і братом наймитував, брав участь у супротиві українського народу проти окупантів. Після звільнення Івано-Франківщини повернувся до навчання у Задубрівській семирічній школі, яку закінчив у 1947 р. з похвальною грамотою. У важкі повоєнні роки відмінника-випускника школи залучали до навчання грамоти односельчан, що й стало початком його освітянської діяльності.

Тяга до науки та освіти зумовили подальшу долю Кузьми Векірчика. Спочатку він вступає до Снятинського сільськогосподарського технікуму, який закінчує із відзнакою у 1952 р. Таємниці живої природи, які вабили Кузьму Миколайовича із учнівської лави, спонукали його відразу після технікуму вступити на біологічний факультет Чернівецького університету. Здібний студент Векірчик К. М. одержував підвищену стипендію, відзначався працелюбністю й наполегливістю у навчанні та зацікавленістю науковими дослідженнями.

Серед найяскравіших епізодів, які залишилися зі студентського життя у ті важкі повоєнні роки, – велика студентська дружба і взаємодопомога. З теплотою Кузьма Миколайович згадував своїх однокурсників і викладачів, особливо доцента П. О. Кучинського та професора Г. Х. Молотковського, яких називав своїми вчителями, і які сприяли його становленню як особистості й як ученого.

Природна мудрість, передбачливість і надзвичайна інтуїція в пошуку талановитих студентів дозволили професору Г. Х. Молотковському розпізнати у простому сільському хлопцеві майбутнього науковця.

У 1954 р. студент Кузьма Векірчик публікує свою першу наукову працю, яка стосується жилкування та опушення листків злаків.

К. М. Векірчик у 1957 р. з відзнакою закінчив університет за спеціальністю «фізіологія рослин» та був направлений на посаду вчителя біології і хімії в середню школу села Зелена Кельменецького району Чернівецької області, на якій працював з 1957 до 1959 рр.

У 1959 р. К. М. Векірчик продовжив своє наукове зростання, вступивши до аспірантури при кафедрі фізіології рослин і мікробіології Чернівецького університету. Молодий науковець під керівництвом відомого українського вченого-фізіолога рослин професора Г. Х. Молотковського займався дослідженнями позакореневого підживлення рослин мікроелементами. Після закінчення аспірантури у 1962 р. К. М. Векірчик був скерований на посаду викладача, а з 1965 р. переобраний на посаду старшого викладача фізіології рослин і мікробіології кафедри ботаніки Уманського державного педагогічного інституту (нині Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини).

Роки навчання та творчого пошуку принесли молодому вченому К. М. Векірчику вагомі успіхи. Підсумком наукових досліджень стала дисертаційна робота «Вплив позакореневого підживлення мікроелементами на фізіолого-біохімічні процеси, ріст, розвиток і урожай капусти», яку він успішно захистив 1 листопада 1965 р. на об'єднаній вченій раді біологічного факультету Львівського державного університету і Львівського медичного інституту та здобув науковий ступінь кандидата біологічних наук. У цьому ж році за конкурсом був обраний на посаду старшого викладача, а з грудня 1966 р. – виконувача обов'язків доцента кафедри агробіології загальнонаукового факультету Івано-Франківського педінституту (зараз – Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника).

Трудову діяльність на Тернопілі К. М. Векірчик розпочав 12 вересня 1967 р. після обрання за конкурсом на посаду старшого викладача кафедри ботаніки Кременецького педагогічного інституту. З 9 липня 1968 р. він був переобраний за конкурсом на посаду доцента кафедри ботаніки та з січня 1969 р. був затверджений у цьому званні після отримання диплома кандидата біологічних наук.

У 1969 р. за рішенням Ради Міністрів УРСР Кременецький педінститут був перебазований до м. Тернополя. Доцент К. М. Векірчик брав активну участь у перевезенні наукового обладнання та унаочнення кафедри ботаніки на нове місце, а пізніше допомагав будівельникам у плануванні лабораторій природничого факультету під час побудови нового корпусу вже Тернопільського педінституту. У 1977 році організував і обладнав окрему мікробіологічну лабораторію кафедри ботаніки.

У вересні 1987 р. за високі досягнення у педагогічній та науковій нивах, підготовці навчальних посібників і підручників для студентів вчена рада Тернопільського педінституту обрала К. М. Векірчика на посаду професора кафедри ботаніки, на якій він був затверджений 29.11.1991 р. із присвоєнням вченого звання «професор по кафедрі ботаніки».

На посаді професора кафедри ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка К. М. Векірчик працював до самої смерті, читав для студентів хіміко-біологічного факультету теоретичні курси з фізіології рослин, мікробіології з основами вірусології, спецкурси для спеціалістів – «Фітопатологія» та магістрів – «Живлення і продуктивність рослин», проводив лабораторні заняття, навчальну практику, керував виконанням курсових, дипломних, магістерських та інших видів робіт з цих дисциплін. Підготовка молоді української національної наукової еліти була важливим кредо науковця-педагога. Лекції К. М. Векірчика відзначались глибиною викладу навчального і наукового матеріалу, були цікавими і доступними для сприйняття. Студенти завжди позитивно відгукувались про високий фаховий рівень педагога.

Професор К. М. Векірчик постійно підвищував свій професійний рівень. За роки науково-педагогічної діяльності він проходив стажування і курси підвищення кваліфікації у Дніпропетровському державному університеті (1974 р.), Московському педінституті на кафедрі ботаніки, якою керувала проф. Якушкіна Н. І. (1979 р.), Тернопільському медичному інституті на кафедрі мікробіології (15.09.1994–15.06.1995 р.) тощо. Протягом всього свого життя Кузьма

Миколайович цікавився досягненнями науки, використовуючи не тільки друковані видання і засоби масової інформації, а й комп'ютерну техніку та джерела Інтернету.

К. М. Векірчик прищеплював студентству любов до наукових досліджень. Ще будучи аспірантом Чернівецького університету, він керував науковим студентським гуртком, пізніше були гуртки Уманського, Івано-Франківського, Кременецького і Тернопільського педінститутів. До останнього професор К. М. Векірчик очолював студентську наукову проблемну групу, керував виконанням робіт дослідницького змісту на конкурси, друкував із студентами наукові статті тощо.

Все своє життя Кузьма Миколайович займався науковим пошуком. У студентські роки він досліджував морфологічні особливості листків злаків, пізніше – вплив позакореневого підживлення мікроелементами і дію регуляторів росту й розвитку на різні фізіолого-біохімічні процеси рослин. У квітні 1967 р. подав заявку в комітет у справах винаходів і відкриттів на новий стимулятор росту сільськогосподарських рослин (1-фенілхінолін-4/-парадиметиламіностерил хлорид). У 1977 р. із теми «Статевий диморфізм і елементи мінерального живлення рослин» розпочинається співпраця із науковцями Інституту фізіології рослин АН УРСР (нині Інститут фізіології рослин і генетики НАН України).

За роки наукової діяльності у К. М. Векірчика склалися тісні і дружні стосунки з науковими фізіологічними школами професорів Шматька Івана Григоровича, Старченкова Юхима Полікарповича, Ткачук Катерини Семенівни (Інститут фізіології рослин і генетики НАН України), кафедрами рідного Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича, Львівського національного університету ім. І. Франка та багатьма іншими.

Пізніше сфера наукових інтересів професора К. М. Векірчика поширилась на дослідження впливу елементів мінерального живлення і регуляторів росту рослин на фізіолого-біохімічні процеси, симбіотичну азотфіксацію та продуктивність квасолі звичайної і сої культурної. За результатами експериментів, було рекомендовано елементи технології вирощування сої культурної в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області. Результати дослідів постійно представлялись на міжнародних, всеукраїнських, регіональних і університетських наукових конференціях, з'їздах та симпозіумах. Кузьма Миколайович часто виступав рецензентом під час захисту кандидатських і докторських дисертацій.

Науковий авторитет та ґрунтовні знання із фізіології рослин та мікробіології, які дарував своїм учням професор В. К. Векірчик, дозволили йому відкрити двері в науковий світ цілій школі учнів-вчених, серед яких професори Грубінко В. В., Дробик Н. М., Калаур С. М., Кікінеджи О. М., Курант В. З., Степанюк А. В., Олексюк Н. С., Піда С. В., Поліщук В. А., Фальфушинська Г. І., Янкович О. І., доценти Барановський В. С., Барна Л. С., Волошин О. С., Гладюк Т. В., Гуменюк Г. Б., Єфімова Л. Г., Жирська Г. Я., Калаур С. М., Конончук О. Б., Крижановська М. А., Мечник Л. А., Міщук Н. Й., Подобівський С. С., Ратинська О. М., Синюк Ю. В., Страшнюк Д. В., Хоменчук В. О., Чайковська Г. Б. Шевчик Л. О. та багато асистентів, лаборантів і наукових співробітників.

Здібні учні професора К. М. Векірчика, нині доктори та кандидати наук, які працювали і працюють у різних наукових установах України, зокрема Брич В. Я. (докт. економ. наук, Тернопільський національний економічний університет), Волков К. С. (докт. біол. наук, Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачовського), Данилишин Б. М. (докт. економ. наук, академік НАН України, голова Ради Національного банку України), Абдулоєва О. С. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка), Бабин І. І. (Національний університет «Львівська політехніка»), Барабаш О. В. (Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова), Бурбан А. Ф. (Національний університет «Києво-Могилянська академія»), Феник Н. В. і Феник С. Й. (Durham University of United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland), Загричук Г. Я., Шанайда М. І., Кернична І. З., (Тернопільський національний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського), Машковська С. П., Щербакова Т. О. (Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України), Михалків Л. М., Маменко Т. В., Василюк В. М. (Інститут фізіології рослин і генетики НАН України), Михальський М. Ф., Левчук О. М. (президія НАН України), Дворник А. С., Мельник В. М., Твардовська М. О. (Інститут молекулярної біології і генетики НАН України),

Стахів М. П. (Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України), Ямборко Н. А. (Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України), Казимірова Л. П. (Хмельницький національний університет) та інші.

Кузьма Векірчик – автор та співавтор понад 360 наукових, навчально-методичних і науково-популярних статей. Він є автором навчальних посібників і підручників «Мікробіологія» (1973 р.), «Мікробіологія: лабораторні роботи» (1976 р.), «Фізіологія рослин» (1984 р.), «Мікробіологія з основами вірусології» (1987, 2001), «Лабораторний практикум з мікробіології» (2001 р.), програм з фізіології рослин і мікробіології з основами вірусології для спеціальностей «Хімія і біологія», «Біологія і хімія», які затверджені МОН України для студентів вищих навчальних педагогічних закладів України (1993). Таким чином, тривалий час студенти педагогічних вищих навчальних закладів України освоювали ці науки за програмами, розробленими в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка, і до їх становлення у професії так само причастився К. М. Векірчик. Усі ці роки мільйонна армія вчителів-біологів засіювала (і надалі сіє) розумне, добре і вічне в душі учнів про дивовижний світ мікроорганізмів.

Кузьма Миколайович цікавився не тільки фізіологічною і мікробіологічною науками, а й досліджував інші властивості рослинного світу навколо нас. Так, у 1999 р. він видав довідник «Отруйні лікарські рослини», який розійшовся чималим тиражем всією Україною.

Окремого слова заслугове журналістська діяльність К. М. Векірчика. Перша спроба пера була ще у 1948 р. із невеликої статті у Снятинській районній газеті. Далі все своє життя Кузьма Миколайович не полишав художнього слова, популяризуючи біологічну науку, описуючи важливі події в житті держави та життєвий шлях і діяльність багатьох своїх друзів, співробітників тощо. Усі його колеги та учні й досі добре пам'ятають хист Кузьми Миколайовича до складання віршів та талант до віршованих привітань.

К. М. Векірчик на громадських засадах з 1996 до 2002 р. виконував обов'язки заступника головного редактора щорічника «Українська наука: минуле, сучасне, майбутнє» видавництва «Економічна думка» Тернопільського територіального відділення Всеукраїнського наукового та професійного товариства імені Миколи Міхновського. У 1996 р. в журналі «Освітянин» під рубриками «Світ навколо нас» та «Особистості» він започаткував серію статей про дивовижні витвори природи і відомих педагогів Тернопільщини та сусідніх областей: «Іван Смолий – педагог із Розношинців», «Сергій Кутішевський – педагог за покликанням», «Він обожнював математику – Ілля Йосипович Лемешко», «Богдан Ступарик – відомий вчений-педагог, громадський діяч», «Микола Бригінець – перший ректор Кременецького педінституту», «Пам'яті незабутнього друга студентських літ Миколи Ганущака» та ін. К. М. Векірчик активно займався рецензуванням і редагуванням статей у цьому ж журналі, готував інформацію до різних довідкових і енциклопедичних видань.

За роки плідної і невтомної праці професор Векірчик К. М. став Почесним членом Українського товариства фізіологів рослин, членом Товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського, членом Тернопільського відділення НТШ, членом Львівської обласної організації (2002 р.) та Тернопільської обласної організації Національної спілки журналістів України (2003 р.).

К. М. Векірчик все своє життя проводив велику громадську, просвітницьку і патріотичну роботу. У Снятинському технікумі виконував обов'язки голови профкому студентів, був головою профспілкового комітету Зеленецької середньої школи на Чернівеччині, профбюро природничого факультету Тернопільського педінституту. Будучи студентом технікуму, він долучався до програми «лікбез», яка ставила на меті ліквідацію безграмотності серед населення. Кузьма Миколайович, навчаючись в аспірантурі Чернівецького університету, читав лекції для населення, пізніше, працюючи викладачем Уманського педінституту, став членом ТОВ «Знання» і брав активну участь у його роботі впродовж багатьох років, далі продовжував цю роботу і на Тернопіллі. У 70-х роках учений був членом комісії народного контролю, виконував обов'язки секретаря ради природничого факультету Тернопільського педінституту тощо. К. М. Векірчик разом із Лупійчуком Володимиром Васильовичем був ініціатором створення Тернопільської обласної організації Українського реєстрового козацтва. Тривалий

час, ще з Івано-Франківського педінституту, Кузьма Миколайович займався поглибленим вивченням біології з учителями шкіл, читав лекції та виконував лабораторно-практичні заняття в інститутах вдосконалення Івано-Франківської та Тернопільської областей. Така ж робота проводилась і з учнями шкіл – Коропецької і Білівської середніх шкіл Тернопільської області, м. Тернополя, Славутського ліцею на Хмельниччині тощо.

К. М. Векірчик був щирою і безкорисливою людиною. За багато років він постійно підтримував друзів, знайомих, рідних не тільки порадами і добрим словом, а й жертвував чималі кошти на спорудження пам'ятників видатним українцям (І. Франку в Тернополі та Івано-Франківську, М. Грушевському в Києві, П. Сагайдачному – на батьківщині у Самбірському районі Львівщини, І. Мазепі в Батурині, В. Симоненку – Черкасах, меморіалу Т. Шевченка в Санкт-Петербурзі, музею Т. Шевченка в с. Моринці, П. Чубинському в Борисполі на Київщині та ін.), побудову храмів (у т. ч. і в рідному селі Задубрівці – церкви і каплиці), реставрацію Києво-Могилянської академії тощо. Кузьма Миколайович не раз допомагав коштами Петриківському геріатричному будинку-інтернату; відкликався він і на людське горе після Спітакського землетрусу у Вірменії 1988 р.; за власний кошт вислав літературу у східні області України та українській діаспорі за кордон; подарував частину своєї величезної приватної книгозбірні Снятинському сільськогосподарському технікуму, бібліотекам Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича і Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, Львівській національній науковій бібліотеці України імені Василя Стефаника НАН України, Задубрівській школі тощо.

Дозвілля Кузьма Миколайович віддавав своїм захопленням – фотографуванню витворів природи, а також вирощуванню та навчанню розмовляти австралійських довгохвостих папуг-німф, що стало його холостяцьким хобі. Одним із «талановитих» пернатих вихованців за рік навчання було засвоєно велику кількість слів і фраз. Наприклад, «Козюнечка моя, добрий день», «Здоров, Кузьма», «Кузя, я тебе люблю», «Кузя, Слава Україні», насвистуванню мелодії гімну України, що викликало у всіх великий подив.

К. М. Векірчик як людина інтелігентна, порядна, скромна та доброзичлива за життєве кредо обрав вислів: «*Tria vitanda sunt: odium, invidia, contemptus*», що в перекладі з латини означає: «*Трьох речей треба уникати: ненависті, заздрості і зневаги*».

За довголітню плідну науково-дослідну, педагогічну, журналістську і громадську роботу професора К. М. Векірчика нагороджено нагрудним значком «Відмінник народної освіти» (1972 р.), почесними грамотами МО України (1982, 1995), почесними грамотами ЦК профспілки працівників освіти вищої школи і наукових закладів (1988 р.) та управління освіти і науки Тернопільської обласної державної адміністрації (2004 р.) та ін., медаллю «Ветеран праці» (1986 р.), медаллю А. С. Макаренка (1990 р.).

Життя швидкоплинне, тому смерть людини завжди передчасна. Помер К. М. Векірчик на 81-му році життя 3 листопада 2009 року. Поховали Кузьму Миколайовича Векірчика за його заповітом у рідному селі Задубрівці Снятинського району Івано-Франківської області біля каплиці, яку він відбудував.

Світла пам'ять про Кузьму Миколайовича як людину високої душі, відомого вченого, педагога, журналіста, громадського діяча назавжди залишиться у серцях колег, студентів, усіх, хто його знав та мав щастя з ним спілкуватися. Найголовнішою нагородою для Кузьми Миколайовича буде пам'ять про нього.

1. Архів Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, м. Тернопіль, спр. 2328В. 114 арк.
2. Барна М. М., Барна Л. С. Розвиток ботанічної науки в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія*. 2010. № 1 (42). С. 3–25.
3. Бібліографія наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка 1962–2002 рр. / уклад.: Барна М. М. та ін.; за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Видавничий відділ ТДПУ, 2002. 182 с.
4. Бутницький І. М., Векірчик К. М., Пида С. В., Конончук О. Б. Становлення і розвиток наукових досліджень з фізіології рослин в Тернопільському національному педагогічному університеті

- ім. Володимира Гнатюка. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2009. № 1–2 (39). С. 210–218.
5. Бутницький І. М., Конончук О. Б., Пида С. В. Пам'яті Кузьми Миколайовича Векірчика. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2009. № 4 (41). С. 176–178.
 6. Векірчик Кузьма Миколайович. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Векірчик_Кузьма_Миколайович. (дата звернення: 10.06.2019).
 7. Конончук О. Б., Пида С. В. Кузьма Миколайович Векірчик – відомий вчений-педагог, журналіст, громадський діяч (до 80-річчя від дня народження). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2009. № 3 (40). С. 109–117.
 8. Кузьма Векірчик : бібліографічний покажчик / уклад.: О. Б. Конончук, С. В. Пида; відп. за вип. І. А. Чайка. Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2010. 115 с.
 9. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940-2010) / М. М. Барна та ін.; за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Підручники і посібники, 2010. 312 с.

References

1. Arkhiv Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka, m. Ternopil, spr. 2328V. 114 ark. (in Ukrainian).
2. Barna M. M., Barna L. S. Rozvytok Botanichnoi Nauky v Ternopilskom Natsionalnomu Pedahohichnomu Universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. *Naukovi Zapysky Ternopilskoho Natsionalnoho Pedahohichnoho Universytetu im. V. Hnatiuka. Ser. Biolohiia*. 2010. № 1 (42). S. 3–25. (in Ukrainian).
3. Bibliohrafiia naukovykh i naukovo-metodychnykh prats vykladachiv khimiko-biolohichnoho fakultetu Ternopilskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka 1962–2002 rr. / uklad.: Barna M. M. ta in.; za red. M. M. Barny. Ternopil : Vydavnychi viddil TDPU, 2002. 182 s. (in Ukrainian).
4. Butnytskyi I. M., Vekirchuk K. M., Pyda S. V., Kononchuk O. B. Stanovlennia i rozvytok naukovykh doslidzhen z fiziolohii roslyn v Ternopilskom natsionalnomu pedahohichnomu universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia*. 2009. № 1–2 (39). S. 210–218. (in Ukrainian).
5. Butnytskyi I. M., Kononchuk O. B., Pyda S. V. Pamiati Kuzmy Mykolaiovycha Vekirchuka. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia*. 2009. № 4 (41). S. 176–178. (in Ukrainian).
6. Vekirchuk Kuzma Mykolaiovych. *Вікіпедія*. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Векірчук_Kuzma_Mykolaiovych. (data zvernennia: 10.08.2019). (in Ukrainian).
7. Kononchuk O. B., Pyda S. V. Kuzma Mykolaiovych Vekirchuk – vidomyi vchenyi-pedahoh, zhurnalyst, hromadskiy diiach (do 80-richchia vid dnia narodzhennia). *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Ser. Biolohiia*. 2009. № 3 (40). S. 109–117. (in Ukrainian).
8. Kuzma Vekirchuk : biobibliografichni pokazhchuk / uklad.: O. B. Kononchuk, S. V. Pyda; vidp. za vyp. I. A. Chaika. Ternopil : TNPU imeni Volodymyra Hnatiuka, 2010. 115 s. (in Ukrainian).
9. Narisy istorii khimiko-biolohichnoho fakultetu Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka (1940-2010) / M. M. Barna ta in.; za red. M. M. Barny. Ternopil : Pidruchnyky i posibnyky, 2010. 312 s. (in Ukrainian).

O. B. Kononchuk, S. V. Pyda

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

VEKIRCHYK KUZMA MYKOLAIOVYCH – RENOWNED TEACHER, SCIENTIST,
JOURNALIST, PUBLIC FIGURE (dedicated to 90th birthday)

September 15, 2019 marks 90th birthday of Kuzma Vekirchuk – Candidate of Biological Sciences, Professor, Honorary Member of the Ukrainian Society of Plant Physiologists, a member of the Society of Microbiologists of Ukraine and the National Union of Journalists of Ukraine, a famous scientist of plant physiologist and microbiologist, educator, participant of the Second World War, whose achievements occupy a worthy place among the national scientists, who through their scientific, pedagogical and social work made a significant contribution into the development of education and science, the independence of the Ukrainian state.

Kuzma Mykolaiovych Vekirchuk was born in the village of Zadubrivtsi, Sniatyn district, Ivano-Frankivsk region to the family of peasants.

He began his schooling, with a break from the misery of World War II, from the Zadubrivtsi Seven-Year School, which he finished in 1947 with honours. Throughout difficult post-war years, he went on to teach villagers the literacy. Then Kuzma Vekirchuk became a student of Sniatyn Agricultural College, graduated with honors in 1952 and entered the Biology Faculty of Chernivtsi University, graduating with honors in 1957 with a major in plant physiology.

After the university studies, he was promoted to the post of teacher of biology and chemistry at the secondary school of Zelena village, Kelmenetskyi district, Chernivtsi region, where he worked from 1957 to 1959.

In 1959, K. M. Vekirchuk continued his scientific career, entering postgraduate studies at the Department of Plant Physiology and Microbiology, Chernivtsi University. The young scientist got engaged in the studies of foliar nutrition of plants with microelements under the supervision of the famous Ukrainian professor of plant physiologist, G. X. Molotkovskiy.

After graduating from postgraduate studies in 1962, K. M. Vekirchuk was promoted to the post of a teacher, and from 1965 was re-elected to the post of a senior teacher of plant physiology and microbiology of the Department of Botany, Uman State Pedagogical Institute.

On November 1, 1965 he defended his dissertation «Influence of foliar feeding with microelements on physiological and biochemical processes, growth, development and yield of cabbage» and received a scientific degree of Candidate of Biological Sciences.

Since December 1966 he became the Assistant Professor of the Department of Agrobiology Faculty at the Ivano-Frankivsk Pedagogical Institute.

On September 12, 1967 he was selected for the post of a senior lecturer of the Department of Botany of Kremenets Pedagogical Institute. On July 9, 1968 he was re-elected associate professor of the Department of Botany and since January 1969 was granted a title of the Candidate of biological sciences.

In 1969 he became the associate professor of the Department of Botany of Ternopil Pedagogical Institute (after the relocation of the Kremenets Pedagogical Institute to the town of Ternopil).

In September 1987, for high achievements in the pedagogical and scientific fields, the publication of textbooks and books for students, he was elected to the post of professor of the Department of Botany, and on November 29, 1991 he was awarded the scientific title of professor.

While working at the Department of Botany in Ternopil, Kuzma Mykolaiovych studied the influence of trace elements and biologically active substances on the symbiotic fixation of nitrogen, growth, development and productivity of legumes. In 1997, he began publishing a series of articles on well-known teachers of higher education in Ternopil and amazing works of nature, in particular in the magazine «Osvityanyn» and the annual «Ternopillia». From 1996 to 2002, he was the Deputy Editor-in-Chief of the «Ukrainian Science: Past, Present, and Future».

Kuzma Vekirchuk is the author and co-author of over 360 scientific, educational, methodological and popular scientific articles. He is the author of textbooks and books: «Microbiology» (1973), «Microbiology: laboratory work» (1976), «Plant physiology: practicum» (1984), «Microbiology with the basics of virology» (1987, 2001), «Workshop on microbiology» (2001), «Poisonous Medicinal Plants: a handbook» (1999), programs in plant physiology, microbiology with the basics of virology for students of higher education institutions of Ukraine (1993), etc.

K. M. Vekirchuk spent his entire life conducting extensive public, educational and patriotic work. He was a sincere, intelligent, decent, humble, kind and selfless person.

K. M. Vekirchuk died on November 3, 2009 and rests in the native village of Zadubrivtsi, Sniatyn district, Ivano-Frankivsk region, near the chapel, which he restored at his own expense.

The memory of Kuzma Mykolaiovych as a man of high moral values, an outstanding scientist, teacher, journalist, public figure will forever remain in the hearts of his colleagues and students.

Key words: Vekirchuk Kuzma Mykolaiovych, teacher, scientist, journalist, public figure.

Надійшла 20.08.2019.