

57
ч 34

ISSN 2078-2357

Наукові записки

Тернопільського національного
педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка

Серія: біологія



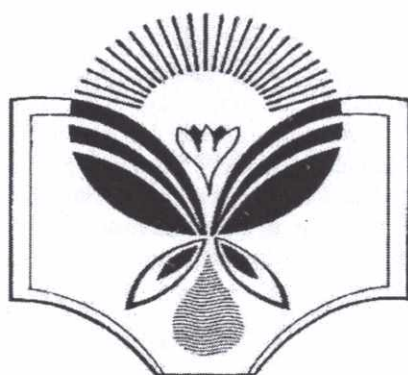
**1-2 (79)
2020**



Наукові закиски

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

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



302
Бібліотека Тернопільського
національного педагогічного
університету ім. В. Гнатюка



882764

1-2 (79)
2020

Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2020. – № 1–2 (79). – 134 с.

*Друкується за рішенням вченої ради
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка
від 23.06.2020 р. (протокол № 13)*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**Головний редактор:**

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

Заступники головного редактора:

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

О. Б. Столяр – д.б.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет імені 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 імені Володимира Гнатюка, Україна; **О. І. Боднар** – д.б.н., Тернопільський національний педагогічний університет імені 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 імені І. Я. Горбачевського, Україна; **А. І. Герц** – к.б.н., доцент, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 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 імені 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 імені Володимира Гнатюка, Україна; **В. Г. Кур'ята** – д.б.н., проф., Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського, Україна; **О. В. Лукаш** – д.б.н., проф., Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка, Україна; **Н. В. Пасечко** – д.мед.н., проф., Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського, Україна; **С. В. Піда** – д. с-г.н., проф., Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Україна; **О. С. Покотило** – д.б.н., проф., Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна; **Г. І. Фальфушинська** – д.б.н., Тернопільський національний педагогічний університет імені 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 імені Ю. Федьковича, Україна; **В. О. Хоменчук** – к.б.н., доцент, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Україна (відповідальний секретар)

Коректори: О. С. Вербовецька
Т. І. Белей
Комп'ютерна верстка: Г. М. Голіней
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: КВ № 15884-4356Р 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.

© Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

ЗМІСТ

БОТАНІКА

- В. І. ГНЕСДІЛОВА, О. С. НЕСПЛЯК, Л. Й. МАХОВСЬКА, В. І. БУНЯК
ФІТОРИЗНОМАНІТТЯ УРОЧИЩА «ГАЇВКА» (ПЕРЕДКАРПАТТЯ) 8
- Т. І. ІВУСЬ
СИСТЕМАТИЧНА, ЕКОБІОМОРФОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ТА СОЗОЛОГІЧНА
ЦІННІСТЬ ФЛОРИ ВОДНИХ І ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ РІЧКИ
ЗОЛОТИНКА (ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ)..... 12
- В. М. КОХАНОВСЬКИЙ, М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА, Т. І. МЕЛЬНИК
МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ДЕКОРАТИВНОСТІ ДЕРЕВНИХ
РОСЛИН ВІДДІЛУ *PINORHUTA* ЗА СУКУПНІСТЮ МОРФОЛОГІЧНИХ
ОЗНАК ТА ОЗНАК ЖИТТЄЗДАТНОСТІ..... 18

ЗООЛОГІЯ

- О. В. ПАЛАМАРЕНКО
ЗМЕНШЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ТРАВ'ЯНОЇ ЖАБИ (*RANA TEMPORARIA*)
ЯК ПОКАЗНИК НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЛОКАЛЬНОЇ ЕКОСИСТЕМИ 36
- В. Л. ШЕВЧЕНКО, Т. М. ЖИЛІНА
ФІТОПАРАЗИТИЧНІ НЕМАТОДИ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ
ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ (У МЕЖАХ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ) 42

БІОТЕХНОЛОГІЯ

- Л. Л. ДЖУС, Л. А. КОЛДАР
РИЗОГЕНЕЗ ЕКСПЛАНТІВ *SILENE HYRANICA* КЛОКОВ ТА ЇХ АДАПТАЦІЯ
ДО УМОВ *EX VITRO* 48

БІОХІМІЯ

- Н. В. ГЕЦЬКО, І. Я. КРИНИЦЬКА
ЗМІНИ ВМІСТУ С-РЕАКТИВНОГО ПРОТЕЇНУ ТА ФАКТОРУ НЕКРОЗУ
ПУХЛИН- α У СИРОВАТЦІ КРОВІ ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ ЗА УМОВИ
ПАСИВНОГО ТЮТЮНОКУРІННЯ НА ТЛІ ТРИВАЛОГО ВВЕДЕННЯ
НАТРІЙ ГЛУТАМАТУ 54
- В. О. ХОМЕНЧУК, О. О. РАБЧЕНЮК, В. В. ФУТРИК, В. З. КУРАНТ
ОСОБЛИВОСТІ ОСМОТИЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ЕРИТРОЦИТІВ
ТА ВМІСТУ ГЕМОГЛОБІНУ У КРОВІ РИБ ЗА ДІЇ ФЕРУМУ (III) 62

ЕКОЛОГІЯ

- М. А. КРИЖАНОВСЬКА, Н. Я. ГОЛУБ
ЗМІНА ЧИСЕЛЬНОСТІ *DROSOPHILA MELANOGASTER* НА ФОНІ
ВИКОРИСТАННЯ КОНДИТЕРСЬКОГО АРОМАТИЗАТОРА «ВАНІЛІН» 68
- О. Ю. МАЙОРОВА, Н. М. ЮРКЕВИЧ, М. З. ПРОКОП'ЯК
ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ: СТАН,
ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ 73
- А. П. СТАДНИЧЕНКО, Г. Е. КИРИЧУК, Е. І. УВАЄВА, Д. А. ВИСКУШЕНКО
ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ДЕТЕРГЕНТА «SARMA» НА
АКТИВНОСТЬ *IN VITRO* РЕСПИРАТОРНОГО МЕРЦАТЕЛЬНОГО
ЭПИТЕЛИЯ *SINANODONTA WOODIANA* (LEA, 1834) 77

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

- А. Г. КОЗЮЧКО, В. М. ГАВІЙ, О. Б. КУЧМЕНКО
ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО
АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА ОКРЕМІ ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ
СОЇ СОРТУ АННУШКА ТА ЇЇ ПРОДУКТИВНІСТЬ 84

ОГЛЯДИ

Л. Р. ГРИЦАК, Н. М. ДРОБИК ОСОБЛИВОСТІ АДАПТИВНИХ СТРАТЕГІЙ ВИДІВ РОДУ <i>GENTIANA L.</i> В УМОВАХ ВИСОКОГІР'Я УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	91
Н. О. ШУРКО, В. Л. НОВАК МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ОДЕРЖАННЯ ФАКТОРА VIII ЗСІДАННЯ КРОВІ	102
ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ	
М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА НАУКОВИЙ ВНЕСОК ПРОФЕСОРА СТЕПАНА МИХАЙЛОВИЧА СТОЙКА В ПРИРОДООХОРОННУ СПРАВУ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПІ (ДО 100-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)	109
М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА ПАМ'ЯТІ АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ ЮРІЯ РОМАНОВИЧА ШЕЛЯГА-СОСОНКА (10.01.1933 – 14.12.2019)	115
Н. М. ДРОБИК, М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА, В. З. КУРАНТ, А. І. ГЕРЦ ХІМІКО-БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА: ІСТОРІЯ, СЬОГОДЕННЯ, ПЕРСПЕКТИВИ (до 80-річчя заснування)	119
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ	128

БОТАНІКА

УДК 582.657.24

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.1

В. І. ГНЄЗДЛОВА, О. С. НЕСПЛЯК, Л. Й. МАХОВСЬКА, В. І. БУНЯК

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника»

вул. Галицька, 201, Івано-Франківськ, 76018

e-mail: victoria1975@bigmir.net

ФІТОРИЗНОМАНІТТЯ УРОЧИЩА «ГАЇВКА» (ПЕРЕДКАРПАТТЯ)

Досліджено флору та рослинність урочища «Гаївка», проведено аналіз біоморф, екоморф, частоту зустрічності видів. Охарактеризовано типові лісові та лучні асоціації. Подано созологічний статус п'яти видів.

Ключові слова: флора, асоціація, урочище, життєві форми, екологічні групи.

Івано-Франківщина володіє унікальними природними ресурсами й умовами, має потужний промисловий потенціал, розвинуте аграрне виробництво, які складають фундамент для забезпечення збалансованого розвитку. Для сталого розвитку будь-якого регіону необхідні не змінені господарською діяльністю території, які забезпечують екологічну рівновагу, відтворення природних ресурсів, відпочинок й оздоровлення людей, збереження генофонду рослинного й тваринного світу. Такі найцінніші природні комплекси сформували природно-заповідний фонд області [8].

Проблемі вивчення рослинності західних областей України присвячені роботи геоботанічного спрямування З. Ю. Герушинського (1996), Ю. Й. Нестерука (2000), В. І. Буняк (2011), В. І. Парпана та ін. [7]. У цих роботах чільне місце відведене характеристиці та опису букових лісів Карпат і Прикарпаття.

Цікаві лісівничі дослідження, що стосуються буково-грабово-дубових лісів на Передкарпатті, їх природного відновлення та відтворення, описав Ю. Д. Кацуляк [4]. Рекреаційне значення рівнинних і гірських лісів висвітлюють М. М. Приходько, В. І. Парпан . [8].

Особливості флористичної та синтаксономічної структури описано в роботах В. П. Ткачика (2000) та С. М. Стойка [9, 10]. Зокрема, С. М. Стойко розробив класифікацію буково-грабово-дубових лісів Українських Карпат [10].

У роботі В. І. Чопика та М. М. Федорончука [12] висвітлено екологію, поширення, таксономічну й ресурсну специфіку видового складу судинних рослин Українських Карпат.

Проте, згадані ботанічні й лісівничі публікації стосуються досліджень дубових фітоценозів в окремих регіонах.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження флори урочища «Гаївка» проводилося протягом вегетаційного періоду 2018–2019 рр. методом маршрутних обстежень. Таксони подано згідно «Визначника вищих рослин України» [6], життєві форми рослин наведено за класифікацією І. Г. Серебрякова [1], біоекологічні показники видів – за рядом посібників [2, 3, 5].

Результати досліджень та їх обговорення

Урочище «Гаївка» знаходиться в межиріччі річок Бистриця та Ворона на Передкарпатті, а адміністративно – в околицях села Колодіївка Тисменицького району Івано-Франківської області. Воно займає окремих схил південно-західної експозиції площею близько 10 га. Це неморальний широколистяний лісовий масив, в угрупованнях якого переважають два класи: *Querceto-Fagetum* та *Querceto-Fageto-Piceetum*. Територія лісового схилу приурочена до відслонень вапновмістних світ. Лісова рослинність представлена такими асоціаціями: *Adenostylo alliarie-Piceetum*, *Luzulo sylvaticae-Piceetum*, *Symphyto cordati-Fagetum* та *Calamagrostio villosae-Fagetum*.

Найбільше поширена асоціація *Symphyto cordati-Fagetum*. У деревному ярусі цього угруповання (зімкненість крон 0,5–0,6) переважає *Fagus sylvatica* L. (30–80 %), подекуди помітну роль відіграють *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth., *Picea abies* Karst. Чагарниковий ярус сформований підростом деревних порід, а також *Sambucus racemosa* L., *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Daphne mezereum* L. (одиночно). Трав'яний ярус негустий (проективне покриття 10–30 %), його формують переважно типові для букових лісів види: *Symphytum cordatum* Waldst. et Kit. ex Willd., *Dentaria glandulosa* Waldst. & Kit., *Glechoma hirsuta* Waldst. & Kit., *Euphorbia amygdaloides* L., *Senecio fuchsii* C.C. Gmel., *Polygonatum verticillatum* (L.) All., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Mercurialis perennis* L., *Oxalis acetosella* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Viola sylvatica* Fr. ex Hartm.

Досить поширеною для досліджуваного лісового урочища «Гаївка» є асоціація *Luzulo sylvaticae-Piceetum*. У деревному ярусі (зімкненість 0,5–0,6) росте лише *Fagus sylvatica* L. та *Picea abies* Karst. Чагарниковий ярус формують *Sorbus aucuparia* L., *Daphne mezereum* L. та підріст *Picea abies* Karst. і *Fagus sylvatica* L. Трав'яний покрив досить розріджений (проективне покриття – від 20 до 40 %) і представлений типовими бореальними видами: *Vaccinium myrtillus* L., *Oxalis acetosella* L., *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin, *Lycopodium annotinum* L., *Gentiana asclepiadea* L., зрідка трапляється *Doronicum austriacum* Jacq.

Лучна рослинність в урочищі «Гаївка» – лісові галявини, лучні схили та післялісові угруповання. Фіксується вони фрагментарно на світлих безлісних місцях та вирубках. У видовому складі цих фітоценозів переважають середньовисокі злаки зі значною участю мезофітного різнотрав'я. Це в основному такі угруповання, як *Trifolio fragiferae-Agrostietalia stoloniferae*, *Ranunculus acris-Lychnis flos-cuculi*, *Luzula luzuloides-Festuca rubra*.

Провівши таксономічний аналіз досліджуваної флори, яка налічує 112 видів вищих судинних рослин, було встановлено, що виявлені рослини відносяться до 98 родів, 45 родин та 5 відділів. Закономірно, найбільш поширені представники відділу *Magnoliophyta*, на який припадає 94,64 % від загальної кількості видів флори урочища, тоді як відділи *Lycopodiophyta*, *Equisetophyta*, *Polypodiophyta*, *Pinophyta* налічують по одному-два види, що становить 0,89–1,79 %.

Спектр провідних родин указує на переважання таких родин, як *Rosaceae* (11,61 % від загальної кількості видів досліджуваної флори), *Asteraceae* (9,82 %), *Lamiaceae* (8,04 %), *Poaceae* (7,14 %), *Apiaceae* (4,46 %), *Fabaceae* (4,46 %), *Ranunculaceae* (4,46 %), які об'єднують майже 50 % видів флори урочища. Решта родин є менш чисельними у видовому відношенні.

На досліджуваній території за життєвою формою переважають трав'янисті багаторічні рослини – 67,86 %, які в більшості трапляються на невеличких лісових галявинах, узліссях, зокрема, це такі види, як *Urtica dioica* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Lamium album* L., *Achillea millefolium* L., *Stenactis annua* Nees та ін. Дещо менше представлені наступні біоморфи: дерева – 13,39 % (*Picea abies* Karst., *Quercus robur* L., *Fagus sylvatica* L., *Carpinus betulus* L., *Betula pendula* Roth. та ін.), кущі – 7,14 % (*Corylus avellana* L., *Sambucus racemosa* L., *Rubus idaeus* L., *Sambucus racemosa* L. та ін.) та однорічні рослини – 6,25 % (*Galium aparine* L., *Stachys sylvatica* L., *Galinsoga ciliata* (Rf.) Blake та ін.). Інші біоморфи – кущики, дворічні та одно-дворічні рослини у флорі урочища виявлені в найменшій кількості, а саме близько 5 %.

Адаптацію рослин до умов середовища можна дослідити, провівши також екологічний аналіз флори за основними показниками, зокрема, стосовно вологості й поживності субстрату та освітлення. Так, аналізуючи особливості пристосування рослин до водного середовища, можна зазначити, що переважає група мезофітних видів (67,86 %), характерними

представниками яких є *Fragaria vesca* L., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg, *Lamium album* L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Rubus caesius* L., *Glechoma hirsuta* Waldst. & Kit. та ін. Досить значною є група ксеромезофітів – 17,86 % (*Filipendula vulgaris* Moench, *Coronilla varia* L., *Plantago lanceolata* L. та ін.). Інші групи представлені невеликою кількістю видів.

Стосовно трофності субстрату досліджувані види розподілились на дві групи – мезотрофи та еутрофи. Найбільш чисельними є ті, що ростуть на ґрунтах з помірним вмістом поживних речовин, тобто мезотрофи – 78,57 % (*Picea abies* Karst., *Stellaria nemorum* L., *Daphne mezereum* L., *Dactylis glomerata* L., *Achillea millefolium* L., *Rubus idaeus* L. та ін.), а решта є еутрофами – 21,43 % (*Galeobdolon luteum* Huds., *Dentaria glandulosa* Waldst. & Kit. та ін.).

Рослини урочища відносяться до чотирьох геліоморф: сціогеліофіти – 55,36 % (*Urtica dioica* L., *Rubus caesius* L., *Sambucus racemosa* L., *Inula britannica* L. та ін.), геліосціофіти – 23,21 % (*Corylus avellana* L., *Stellaria nemorum* L., *Galium odoratum* (L.) Scop. та ін.), геліофіти – 8,92 % (*Daucus carota* L., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg, *Salvia pratensis* L. та ін.) та сціофіти – 12,5 % (*Picea abies* Karst., *Asarum europaeum* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Dentaria glandulosa* Waldst. & Kit. та ін.).

На досліджуваній території частка видів рослин із зустрічністю «досить рясно» становить 44,62 % (*Daucus carota* L., *Galium odoratum* (L.) Scop., *Glechoma hirsuta* Waldst. & Kit., *Lamium album* L., *Plantago major* L. та ін.), «рясно» – 8,04 % (*Stellaria nemorum* L., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg., *Achillea millefolium* L. та ін.), «зрідка» – 26,79 % (*Mercurialis perennis* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Lathyrus sylvestris* L., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Leucojum vernum* L. та ін.), «поодинокі» – 16,96 % (*Daphne mezereum* L., *Gentiana asclepiadea* L., *Convallaria majalis* L., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. та ін.) та «одна рослина на площі виявлення» – 3,57 % (*Lycopodium annotinum* L., *Lilium martagon* L.).

Созологічний аналіз судинних рослин показав, що в цьому урочищі (у природних фітоценозах урочища) трапляється 5 червонокнижних видів з природоохоронними статусами – неоціненний (*Lilium martagon* L., *Galanthus nivalis* L., *Leucojum vernum* L., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich.) та вразливий вид на межі ареалу (*Lycopodium annotinum* L.) [11].

Наші спостереження показали, що у лютому-квітні розвиваються ранньовесняні синузії рідкісного червонокнижного виду *Galanthus nivalis* з родини *Amaryllidaceae*. Вони з'являються на більш-менш сухих підвищеннях ґрунту, невеличкими куртинами розміром 2–3 м² з проективним покриттям 30–35 %. У малих куртинах зростає по 8–10 особин *Galanthus nivalis*, 4–6 з яких генеративні, а інші – іматурні та віргінільні; у середніх за розміром куртинах – по 17–20 особин, з яких 13–15 генеративні.

Куртини ценопопуляцій *Leucojum vernum* (*Amaryllidaceae*) розмірами 8–10 м², із загальним проективним покриттям 45–50 % по 40–60 різновікових особин у кожній куртині.

Висновки

Флора урочища «Гаївка» налічує 112 видів вищих судинних рослин, які відносяться до 98 родів, 45 родин та 5 відділів. За біоморфологічною структурою переважають трав'янисті багаторічні рослини (67,86%), за екологічною – мезофіти (67,86%), мезотрофи (78,57%) та сціогеліофіти (55,36%), за рясністю – види з досить рясною зустрічністю (44,62%). На території дослідження виявлено п'ять видів рослин, що занесені до Червоної книги України.

1. Григора І. М., Соломаха В. А. Основи фітоценології. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 240 с.
2. Екофлора України / відпов. ред. Я. П. Дідух. Київ : Фітосоціоцентр, 2000–2010. Том 1–6.
3. Заячук В. Я. Дендрологія. Львів : Камула, 2004. 676 с.
4. Кацуляк Ю. Д. Відтворення дубових лісів у Передкарпатті. Харків, 2007. 20 с.
5. Лаптев О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 144 с.
6. Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д. Н. и др. Київ : Наукова думка, 1987. 545 с.
7. Парпан В. І., Шпарик Ю. С. Засади сталого лісокористування і збереження біорізноманітності гірських лісів. Івано-Франківськ, 2005. С. 207–212.
8. Природно-заповідні території та об'єкти Івано-Франківщини / під ред. М. М. Приходько, В. І. Парпан. Івано-Франківськ : Таля, 2000. 272 с.

9. Стойко С. М., Ященко П. Т., Кагало О. О. Раритетний фітогенофонд західних регіонів України. Львів : Ліга-Прес, 2004. 232 с.
10. Стойко С. М. Дубові ліси Українських Карпат: екологічні особливості, відтворення, охорона. Львів : Поллі, 2009. 220 с.
11. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
12. Чопик В. І., Федорончук М. М. Флора Українських Карпат. Тернопіль : Техно-граф, 2015. 712 с.

References

1. Hryhora I. M., Solomakha V. A. *Osnovy fitotsenolohii*. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2000. 240 s. (in Ukrainian)
2. *Ekoflora Ukrainy / vidpov. red. Ya. P. Didukh*. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2000 – 2010. Tom 1–6. [in Ukrainian]
3. Zaiachuk V. Ya. *Dendrolohiiia*. Lviv : Kamula, 2004. 676 s. [in Ukrainian]
4. Katsuliak Yu. D. *Vidtvorennia dubovykh lisiv u Peredkarpatti*. Kharkiv, 2007. 20 s. [in Ukrainian]
5. Laptev O. O. *Ekolohiia roslyn z osnovamy bioheotsenolohii*. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2001. 144 s. [in Ukrainian]
6. *Opredelytel vysshnykh rastenyi Ukrainy / Dobrochaeva D. N. y dr.* Kyiv : Naukova dumka, 1987. 545 s. [in Russian]
7. Parpan V. I., Shparyk Yu. S. *Zasady staloho lisokorystuvannia i zberezhenia bioriznomanitnosti hirskeykh lisiv*. Ivano-Frankivsk, 2005. S. 207–212. [in Ukrainian]
8. *Pryrodno-zapovidni terytorii ta obiekty Ivano-Frankivshchyny / pid red. M. M. Prykhodko, V. I. Parpan*. Ivano-Frankivsk : Talia, 2000. 272 s. [in Ukrainian]
9. Stoiko S. M., Yashchenko P. T., Kahalo O. O. *Rarytetnyi fitohenofond zakhidnykh rehioniv Ukrainy*. Lviv : Liha-Pres, 2004. 232 s. [in Ukrainian]
10. Stoiko S. M. *Dubovi lisy Ukrainykykh Karpat: ekolohichni osoblyvosti, vidtvorennia, okhorona*. Lviv : Polli, 2009. 220 s. [in Ukrainian]
11. *Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit / za red. Ya. P. Didukha*. Kyiv : Hlobalkonsalting, 2009. 900 s. [in Ukrainian]
12. Chopyk V. I., Fedoronchuk M. M. *Flora Ukrainykykh Karpat*. Ternopil : Tekhno-hraf, 2015. 712 s. [in Ukrainian]

V. I. Gniezdilova, O. S. Nespliak, L. Yo. Makhovska, V. I. Buniak

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine

PHYTODIVERSITY OF THE FOREST RANGE “HAIVKA” IN THE PRECARPATHIAN REGION

The flora and vegetation of the forest range “Haivka” were studied. On the given territory 112 species of higher vascular plants were recorded. They belong to 98 genera, 45 families and 5 divisions. The article presents the results of biomorphological, ecological analysis and the frequency of species occurrence. In the biomorphological structure herbaceous perennials dominate (67.86 %), in the ecological structure – mesophytes (67.86 %), mesotrophs (78.57 %) and sciogeliophytes (55,36 %), as for the occurrence – species with a fairly abundant occurrence (44.62 %). Typical forest and meadow associations (*Symphyto cordati-Fagetum*, *Luzulo sylvaticae-Piceetum*) are described. The zoological status of five species (*Lilium martagon* L., *Galanthus nivalis* L., *Leucojum vernalis* L., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Lycopodium annotinum* L.) has been determined.

Key words: flora, association, forest range, life forms, ecological groups.

Надійшла 28.04.2020.

Т. І. ІВУСЬ

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, Чернігів, 14013
e-mail: tanya-ivus@ukr.net

СИСТЕМАТИЧНА, ЕКОБІОМОРФОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ТА СОЗОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ ФЛОРИ ВОДНИХ І ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ РІЧКИ ЗОЛОТИНКА (ЧЕРНІГІВСЬКА ОБЛАСТЬ)

Наведено результати вивчення видового складу вищих водних і прибережно-водних рослин річки Золотинка в межах Чернігівської області. На обстежених ділянках річки встановлено зростання 42 видів із 33 родів та 24 родин рослин.

Ключові слова: макрофіти, малі річки, вищі водні рослини, прибережно-водні рослини, Червона книга України, Зелена книга України.

В умовах зміни стану природного середовища кожен компонент природи зазнає впливів, а погіршення стану одного елемента викликає ланцюгову реакцію та може спричинити ряд інших, часом незворотних, негативних явищ та процесів. Малі річки є осередками формування водності великих річок, але їх екологічний стан вкрай критичний і потребує дій та заходів для покращення їх функціонування [4].

Одним з індикаторів стану малих річок є водні та прибережно-водні рослини, які перші відчують зміни якості водного об'єкта [8, 18].

Водна та прибережно-водна флора є невід'ємною ланкою навколишнього середовища, є частиною кругообігу речовини та енергії, які відіграють важливу роль у функціонуванні водних екосистем. За їх видовим складом, проективним покриттям, індикаційними властивостями та іншими характеристиками можливо досить інформативно оцінити екологічний стан річки.

В межах України вищу водну флору та прибережно-водні види вивчали Д. В. Дубина [2] та Г. А. Чорна [20]. У межах басейну річки Десни та її заплавної водойми вивчення флори макрофітів проводилося у 80-і роки ХХ століття К. А. Семеніхіною, але дані наводяться в цілому для території [17].

Т. Л. Андриєнко та Ю. Р. Шеляг-Сосонко в узагальнюючій монографії «Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны» наводять характеристику рослинності та флори існуючих та перспективних природно-заповідних територій Чернігівської області [1]. Представленість рідкісних видів на території Чернігівського Полісся, у тому числі і території досліджень, а також созологічну оцінку флори Східного Полісся наведено в роботах О. В. Лукаша [6, 7, 15].

Однак, незважаючи на це, видовий склад макрофітів залишається маловивченим, а тому мета нашого дослідження полягала в з'ясуванні систематичної структури, еколого-ценотичних та созологічних особливостей флори вищих водних і прибережно-водних рослин річки Золотинка в межах Чернігівської області.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили в 2017–2019 рр. Матеріал був зібраний під час експедиції в долині річки Золотинка (Чернігівський район, Чернігівська область).

Річка Золотинка належить до басейну річки Десна і є її лівою притокою першого порядку, довжина становить 13 км, похил річки – 0,23 м/км, площа басейну 31,8 км². Річка бере початок на заході від села Іванівка Чернігівського району Чернігівської області. Тече переважно на південний захід через село Золотинку і впадає в річку Десна [5, 10].

Русло річки Золотинка сильно-звивисте з крутими поворотами, частково меандроване, береги низькі, пологі, місцями помірно круті. Тимчасовими й постійними водотоками річка

зв'язується з озерами (Стара, Баграч, Річище, Підлипня). У верхній течії русло частково може пересихати, а під час дощових опадів відбувається незначне затоплення заплави.

При організації досліджень використовувалися загальноприйняті геоботанічні методи (маршрутний та напівстаціонарний), флористичні [9] – з використанням загальноприйнятих методів збору [14].

Таксономічний склад флори визначався за загальноприйнятими методами, за гербарним матеріалом й уточнювався за визначниками [11, 20]. Латинські назви таксонів наведені за джерелом S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk [21]. Екологічна структура вищих водних та прибережно-водних рослин визначалась за класифікацією В. Г. Папченкова [13], основні біоморфи – за системою К. Раункієра, аналіз структури життєвих форм наведено згідно класифікації І. Г. Серебрякова [16].

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведених експедиційних польових досліджень водна та прибережно-водна флора річки Золотинка налічує 42 види, що належать до 33 родів, 24 родин, 3 класів (*Equisetopsida*, *Liliopsida* та *Magnoliopsida*) та 2 відділів (*Equisetophyta* та *Magnoliophyta*) (табл. 1).

Таблиця 1

Систематичний склад флори вищих водних та прибережно-водних рослин річки Золотинка

Відділ	Клас	Кількість		
		родин	родів	видів
<i>Equisetophyta</i>	<i>Equisetopsida</i>	1	1	1
<i>Magnoliophyta</i>	<i>Magnoliopsida</i>	12	17	18
	<i>Liliopsida</i>	11	15	23
Всього		24	33	42

У складі флори відділ *Equisetophyta* представлений лише одним видом - *Equisetum palustre*, що становить 2,38 % від кількості всіх видів.

Відділ *Magnoliophyta* представляють 41 вид, або 97,62% від загальної кількості видів. Клас *Magnoliopsida* налічує 12 родин (50%), до складу яких входить 18 видів (41,86% від загальної кількості видів) вищих водних та прибережно-водних рослин (рис. 1).

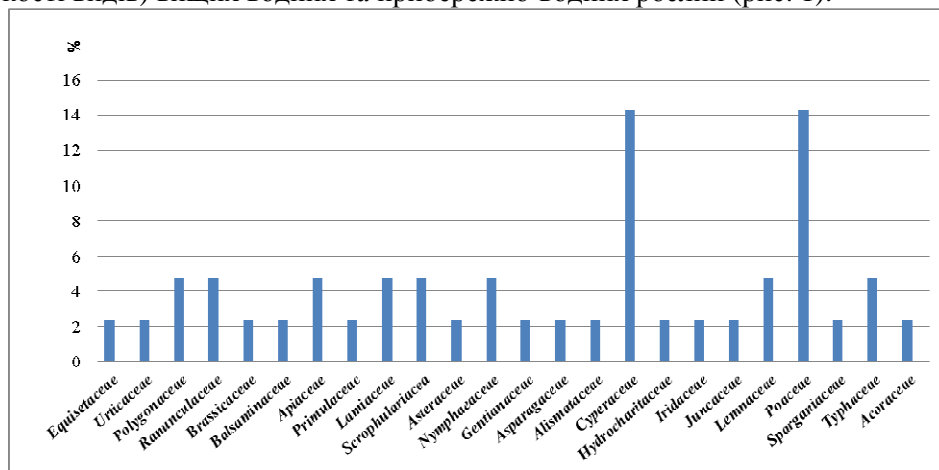


Рис. 1. Спектр родин вищих водних та прибережно-водних рослин річки Золотинка

З 18 видів, що відносяться до класу *Magnoliopsida*, по два види (по 4,76 %) входять до родин *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Apiaceae*, *Lamiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Nymphaeaceae* та по одному виду (по 2,38%) до родин *Urticaceae*, *Brassicaceae*, *Balsaminaceae*, *Primulaceae*, *Asteraceae*, *Gentianaceae* (табл. 2).

Клас *Liliopsida* становлять 11 родин (45,83%), представлених 23 видами (54,76 %). Отже, більша кількість родин належить до класу *Magnoliopsida*, проте за кількістю видів переважає клас *Liliopsida*.

БОТАНІКА

Зокрема, родини *Cyperaceae* та *Poaceae* представлені 6 видами (14,29 % від загальної кількості всіх видів), родини *Lemnaceae* та *Typhaceae* налічують у своєму складі по 2 види (4,76 %). Сім родин *Asparagaceae*, *Alismataceae*, *Hydrocharitaceae*, *Iridaceae*, *Juncaceae*, *Sparganiaceae*, *Acoraceae* нараховують по 1 виду (по 2,38%).

Таблиця 2

Таксономічний склад вищих водних та прибережно-водних рослин річки Золотинка

Клас	Родина	Кількість видів	
		Абсолютна, од.	Відносна, %
Відділ <i>Equisetophyta</i>			
<i>Equisetopsida</i>	<i>Equisetaceae</i>	1	2,38
Відділ <i>Magnoliophyta</i>			
<i>Magnoliopsida</i>	<i>Urticaceae</i>	1	2,38
	<i>Polygonaceae</i>	2	4,76
	<i>Ranunculaceae</i>	2	4,76
	<i>Brassicaceae</i>	1	2,38
	<i>Balsaminaceae</i>	1	2,38
	<i>Apiaceae</i>	2	4,76
	<i>Primulaceae</i>	1	2,38
	<i>Lamiaceae</i>	2	4,76
	<i>Scrophulariaceae</i>	2	4,76
	<i>Asteraceae</i>	1	2,38
	<i>Nymphaeaceae</i>	2	4,76
	<i>Gentianaceae</i>	1	2,38
<i>Liliopsida</i>	<i>Asparagaceae</i>	1	2,38
	<i>Alismataceae</i>	1	2,38
	<i>Cyperaceae</i>	6	14,29
	<i>Hydrocharitaceae</i>	1	2,38
	<i>Iridaceae</i>	1	2,38
	<i>Juncaceae</i>	1	2,38
	<i>Lemnaceae</i>	2	4,76
	<i>Poaceae</i>	6	14,29
	<i>Sparganiaceae</i>	1	2,38
	<i>Typhaceae</i>	2	4,76
<i>Acoraceae</i>	1	2,38	
Разом:		42	100

Екологічна структура вищих водних та прибережно-водних рослин річки Золотинка, згідно класифікації В. Г. Папченкова [13], включає п'ять екотипів: гідрофіти або справжні водні рослини, гелофіти або повітряно-водні рослини, гірогелофіти, гідрофіти та гігромезо- і мезофіти.

До екотипу гідрофіти або справжні водні рослини належить 6 видів (14,29% від загальної кількості видів). З них один вид відноситься до екологічної групи гідрофітів, що вільно плавають у воді – *Lemna trisulca* L. Екологічну групу гідрофітів, вільно плаваючих на поверхні води, представлено 1 видом, *Lemna minor* L. До екологічної групи занурених укорінених гідрофітів відноситься представник родини *Hydrocharitaceae* (*Stratiotes aloides* L.). Укорінені гідрофіти з плаваючим листям представлені трьома видами з родини *Nymphaeaceae* (*Nuphar lutea* (L.) Smith і *Nymphaea alba* L.) та родини *Polygonaceae* (*Polygonum amphibium* L.). До групи екотипів прибережно-водних рослин відноситься 27 видів (64,29%) флори, що розподіляються між двома екотипами. До екотипу гелофіти, або повітряно-водні рослини, відноситься 6 видів (14,29%). З них два види належать до екологічної групи низькотравні гелофіти, які є представниками родин *Alismataceae* та *Sparganiaceae*. До високо-травних гелофітів відноситься чотири види, що належать до родин *Poaceae* (2 види) та *Typhaceae* (2 види).

Більшість прибережно-водних рослин належить до еко типу гірогелофіти – 21 вид (50,00%). Це представники родин *Cyperaceae* (6 видів), *Poaceae* (4 види), *Apiaceae* (2 види), *Scrophulariaceae* (2 види), *Ranunculaceae*, *Asteraceae*, *Acoraceae*, *Brassicaceae*, *Polygonaceae*, *Iridaceae*, *Balsaminaceae* (по 1 виду).

Група еко типів берегових рослин, що заходять у воду, включає 6 видів (14,29%), що належать родинам *Primulaceae* (*Lysimachia vulgaris* L.), *Equisetaceae* (*Equisetum palustre* L.), *Juncaceae* (*Juncus effuses* L.), *Lamiaceae* (*Mentha aquatica* L., *Lycopus europaeus* L.), *Ranunculaceae* (*Ranunculus repens* L.), усі вони відносяться до еко типу гірофіти.

До еко типу гіромезо- і мезофіти належить найменша кількість видів – 3 (7,14%), що належать родинам *Urticaceae*, *Gentianaceae*, *Asparagaceae*.

Аналіз структури життєвих форм за класифікацією І. Г. Серебрякова [16] показав переважання багаторічних трав'янистих рослин, частка яких становить майже 90%.

За основною біоморфою (згідно системи К. Раункієра), що визначається розташуванням бруньок поновлення відносно рівня субстрату, найбільш представленими в досліджуваній флорі є гемікриптофіти (40,48%), дещо менше геофітів (30,95 %) та гідрофітів (23,8 %), на терофіти припадає незначна частина всіх видів (4,76%).

Під час експедиційних досліджень нами описано созологічно цінні ділянки з видами, що віднесені до Червоної книги України (*Iris sibirica* L.) та регіонального рівня охорони (*Gentiana pneumonanthe* L., *Nymphaea alba* L.) [12, 19].

У межах прибережної смуги та схилу берега річки Золотинка виявлено 4 популяції *Iris sibirica* L. різної площі. Ділянка 1 площею 11 x 30 м², ділянка 2 площею 5 x 10 м², ділянка 3 площею 5 м², ділянка 4 площею 25 x 3 м². Також траплялися поодинокі екземпляри в межах заплавної частини річки.

Уздовж берега річки Золотинка було виявлено екземпляри регіонально рідкісних видів *Gentiana pneumonanthe* L., які трапляються спорадично (1–3 особини) уздовж її заплавної частини, та *Nymphaea alba* L на відкритому водному плесі (5–8 особин на окремих ділянках).

У межах розширеної руслової частини Золотинки було виявлено ценози формації *Nuphareta luteae* та *Nymphaeeta albae* (представлені декількома ділянками невеликої площі, які занесені до Зеленої книги України [3]).

Висновки

Отже, водна та прибережно-водна флора річки Золотинка налічує 42 види, 33 роди та 24 родини з 3 класів та 2 відділів, основну частину складають типові види – макрофіти.

Згідно класифікації В. Г. Папченкова, встановлено, що вища водна та прибережно-водна флора річки Золотинка відноситься до 5 еко типів, найбільше з яких представлена група прибережно-водних рослин – 27 видів, належних до двох еко типів – гелофіти (6 видів) та гірогелофіти (21 вид).

За структурою життєвих форм 90% становлять багаторічні трав'янисті рослини, за життєвими формами, згідно класифікації К. Раункієра, переважають гемікриптофіти (40,48%), дещо менше геофітів (30,95%) та гідрофітів (23,8%).

Созологічну цінність флори складають 3 види, серед них 2 регіонально рідкісні види (*Gentiana pneumonanthe*, *Nymphaea alba*) і 1 вид з Червоної книги України (*Iris sibirica*) та угруповання формації *Nuphareta luteae* і *Nymphaeeta albae*, які занесені до Зеленої книги України.

1. Андриенко Т. Л., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Растительный мир Украинского Полесья в аспекте его охраны. Киев : Наук. думка, 1983. 206 с.
2. Дубина Д. В. Вища водна рослинність: монографія. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. 412 с.
3. Зелена книга України / під заг. ред. Дідуха Я. П. Київ : Альтерпрес, 2009. 448 с.
4. Зуб Л. М., Карпова Г. О. Малі річки України: характеристика, сучасний стан, шляхи збереження: URL: <http://www.twirpx.com/file/500562/> (дата звернення: 26.02.2020).
5. Каталог річок України. Київ : Видавництво АН УРСР, 1957. 192 с.
6. Лукаш А. В., Андриенко Т. Л. Ботанически ценные охраняемые природные территории Полесья : монографія. Чернигов : Десна Полиграф, 2014. 103 с.

7. Лукаш А. В., Андриенко Т. Л. Созологически ценные растительные сообщества Полесья : монография. Чернигов : Десна Полиграф, 2014. 158 с.
8. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / Дубына Д. В., Гейны С., Гроудова З. и др. Київ : Наук. думка, 1993. 434 с.
9. Мусієнко М. М., Ольхович О. П. Методи дослідження вищих водних рослин : навч. посіб. Київський ВПЦ Університет, 2005. 60 с.
10. Національний атлас України / за ред. Б. Є. Патона. Київ : ДНВП Картографія, 2007. 440 с.
11. Определитель высших растений Украины / Доброчаева Д. Н. и др. Киев : Наукова думка, 1987. 548 с.
12. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України / за ред. Андриенко Т. Л. Київ : Альтерпрес, 2012. 148 с.
13. Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья : монография. Ярославль : ЦМП МУБиНТ, 2001. 214 с.
14. Полевая геоботаника: У 5 т. Т. 1. Москва : Издательство Академии Наук СССР, 1959. 444 с.
15. Андриенко Т. Л., Лукаш О. В., Прядко О. І. Рідкісні види судинних рослин Чернігівщини та їх представленість на природно-заповідних територіях області. Заповідні справи в Україні. 2007. Т. 13, вип. 1–2. С. 33–37.
16. Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Москва : Высш. школа, 1962. 378 с.
17. Семеніхіна К. А. Прибережно-водна і водна флора р. Десни і водойм її заплави в межах УРСР. Укр.ботан.журн. 1982. № 1. С. 34–36.
18. Хімко Р. В., Мережко О. І., Бабко Р. В. Малі річки – дослідження, охорона, відновлення. Київ : Інститут екології, 2003. 380 с.
19. Червона книга України. Рослинний світ / під заг. ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
20. Чорна Г. А. Рослини наших водойм: атлас-довідник. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. 134 с.
21. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kyiv, 1999. 346 p.

References

1. Andrienko T. L., Sheljag-Sosonko Ju. R. Rastitel'nyj mir Ukrainskogo Poles'ja v aspekte ego ohrany. Kiev : Nauk. dumka, 1983. 206 s. [in Russian]
 2. Dubyna D. V. Vyshcha vodna roslynnist: monohrafiia. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2006. 412 s. [in Ukrainian]
 3. Zelena knyha Ukrainy / pid zah. red. Didukha Ya. P. Kyiv : Alterpres, 2009. 448 s. [in Ukrainian]
 4. Zub L. M., Karpova H. O. Mali richky Ukrainy: kharakterystyka, suchasnyi stan, shliakhy zberezhenia: URL: <http://www.twirpx.com/file/500562/> (data zvernennia: 26.02.2020). [in Ukrainian]
 5. Kataloh richok Ukrainy. Kyiv : Vydavnytstvo AN URSS, 1957. 192 s. [in Ukrainian]
 6. Lukash A. V., Andrienko T. L. Botanicheski cennye ohranjaemye prirodnye territorii Poles'ja : monografija. Chernigov : Desna Poligraf, 2014. 103 s. [in Russian]
 7. Lukash A. V., Andrienko T. L. Sozologicheski cennye rastitel'nye soobshhestva Poles'ja : monografija. Chernigov : Desna Poligraf, 2014. 158 s. [in Russian]
 8. Makrofity – indykatory izmenenij prirodnoj sredy / Dubyna D. V., Gejny S., Groudova Z. i dr. Kiiv : Nauk. dumka, 1993. 434 s. [in Russian]
 9. Musiienko M. M., Olkhovykh O. P. Metody doslidzhennia vyshchykh vodnykh roslyn : navch. posib. Kyivskiy VPTs Universytet, 2005. 60 s. [in Ukrainian]
 10. Natsionalnyi atlas Ukrainy / za red. B. Ye. Patona. Kyiv : DNVP Kartohrafiia, 2007. 440 s. (in Ukrainian)
 11. Opredelitel' vysshih rastenij Ukrainy / Dobrochaeva D. N. i dr. Kiev : Naukova dumka, 1987. 548 s. [in Russian]
 12. Ofitsiini pereliky rehionalno ridkisnykh roslyn administratyvnykh terytorii Ukrainy / za red. Andriienko T. L. Kyiv : Alterpres, 2012. 148 s. [in Ukrainian]
 13. Papchenkov V. G. Rastitel'nyj pokrov vodoemov i vodotokov Srednego Povolzh'ja : monografija. Jaroslavl' : CMP MUBiNT, 2001. 214 s. [in Russian]
 14. Polevaja geobotanika: U 5 t. T. 1. Moskva : Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, 1959. 444 s. [in Russian]
 15. Andriienko T. L., Lukash O. V., Priadko O. I. Ridkisni vydy sudynnykh roslyn Chernihivshchyny ta yikh predstavlenist na pryrodno-zapovidnykh terytoriiakh oblasti. Zapovidni sprawy v Ukraini. 2007. T. 13, vyp. 1–2. S. 33–37. [in Ukrainian]
 16. Serebrjakov I. G. Jekologicheskaja morfologija rastenij. Moskva : Vyssh. shkola, 1962. 378 s. [in Russian]
 17. Semenikhina K. A. Pryberezhno-vodna i vodna flora r. Desny i vodoim yii zaplavy v mezhakh URSS. Ukr.botan.zhurn. 1982. № 1. S. 34–36. [in Ukrainian]
 18. Khimko R. V., Merezko O. I., Babko R. V. Mali richky – doslidzhennia, okhorona, vidnovlennia. Kyiv : Instytut ekolohii, 2003. 380 s. [in Ukrainian]
- 16 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2020, № 1–2 (79)

19. Chervona knyha Ukrainy. Roslynni svit. / pid zah. red. Ya. P. Didukha. Kyiv : Hlobalkonsaltnh, 2009. 900 s. [in Ukrainian]
20. Chorna H. A. Roslyny nashykh vodoim: atlas-dovidnyk. Kyiv : Fitosotsiotsentr, 2001. 134 s. [in Ukrainian]
21. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kyiv, 1999. 346 p.

T. Ivus

T. H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», Ukraine

SYSTEMIC, ECOBIOMORPHOLOGICAL STRUCTURE AND SOZOLOGICAL VALUE
OF FLORA OF WATER AND COASTAL-WATER ECOSYSTEMS OF ZOLOTYNKA RIVER
(CHERNIHIV REGION)

The results of the study of the species composition of higher aquatic and coastal-aquatic plants of the Zolotynka River within the Chernihiv region are presented. The surveyed parts of the river revealed an increase in 42 species from 33 genus and 24 families.

Small rivers serve as water storage for big rivers, they are of high ecological status which calls for improvement. One indicator of the status of small rivers is higher water and coastal-water plants, which react first to changes in the quality of the water body. By their species composition, projective cover, indicative properties and other characteristics it is possible to assess the ecological status of the river.

The study was conducted in the course of 2017–2019. The material was collected during expeditionary studies of the valley of Zolotynka river (Chernihiv district, Chernihiv region).

Zolotynka river belongs to Desna river basin and is its left tributary of the first order, its length is 13 km, the slope is 0.23 m/km, the area of the basin is 31.8 km². The river originates in the west of the village of Ivanivka, Chernihiv district of Chernihiv region. It flows southwest through the village of Zolotynka and joins Desna river.

According to the results of expeditionary field research into the flora of Zolotynka river there are 42 species of higher water and coastal-water plants belonging to 33 genus, 24 families, 3 classes (Equisetopsida, Liliopsida and Magnoliopsida) and 2 divisions (Equisetophyta and Magnoliophyta).

According to the classification of V.H. Papchenkova higher water and coastal- water flora of Zolotynka river belongs to 5 ecotypes, the largest of which is represented by a group of coastal- water plants – 27 species belonging to two ecotypes - gelophytes, or air-aquatic plants - 6 species and hygrogelophytes - 21 species.

Analysis of the areological structure showed that species with a wide range of distribution make up almost 85%, according to the structure of life forms perennial herbaceous plants make up 90%, according to K. Raunkier's classification hemicryptophytes predominate.

According to the research findings there are 2 species that are subject to regional protection in Chernihiv region and a species recorded in the Red Data Book of Ukraine.

Key words: macrophytes, small rivers, higher water plants, coastal-water plants, Red Data Book of Ukraine, Green Data Book of Ukraine.

Надійшла 05.05.2020.

¹В. М. КОХАНОВСЬКИЙ, ²М. М. БАРНА, ²Л. С. БАРНА, ¹Т. І. МЕЛЬНИК

¹Сумський національний аграрний університет

вул. Г. Кондратьєва, 160, Суми, 40021

²Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: barna@chem-bio.com.ua

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ДЕКОРАТИВНОСТІ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ВІДДІЛУ *PINOPHYTA* ЗА СУКУПНІСТЮ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК ТА ОЗНАК ЖИТТЄЗДАТНОСТІ

Розглянуто питання щодо оцінювання декоративності деревних рослин відділу *Pinophyta*.

Методично впорядковані група *прямо формуючих* декоративність морфологічних ознак (архітектоніка (структура) стовбура і крони хвойних з охвоєнням чи без нього; тривалість охвоєння гілок і пагонів крони хвойних рослин, або «життєздатність» хвої; спадково типова форма крони хвойних рослин та можливі адаптаційні варіанти; забарвлення (колір) голко- чи лускоподібної хвої хвойних рослин; рясність формування мегастробілів (шишкоутворення) хвойних рослин; колір шишок та «шишечко»-, «ягодо»-, «ариліосо»- і «сливо»подібних мегастробілів; сукупний аромат хвоїнок і мегастробілів) та група *опосередковано впливових* показників на декоративність (зимостійкість хвойних рослин, морозостійкість хвойних рослин, пошкодженість хвойних рослин).

Група морфологічних ознак декоративності підкреслює ««нарядність»» крони голонасінних рослин, а група опосередковано впливових показників – основу їх життєздатності.

Особлива увага зосереджена на використанні відомих раніше і удосконалених нами та запропонованих зовсім нових 5-ти бальних шкал за сімома морфологічними ознаками декоративності (*архітектоніка стовбура і крони, тривалість охвоєння крони, форма крони хвойних, забарвлення хвої, рясність шишкоформування, колір шишок, аромат хвої й шишок*) і трьома показниками життєздатності (*зимостійкість, морозостійкість, пошкодження хвойних рослин*).

Ключові слова: ботанічні сади, дендрарії, ландшафтна архітектура, ландшафтний дизайн, садово-паркове господарство, лісове господарство, декоративні критерії деревних рослин, шкала оцінювання декоративності хвойних рослин, голонасінні, Pinophyta.

Дерева, кущі та ліани – життєві форми (біоморфи) деревних рослин, що здавна цікавили людину. Відтак вони знайшли притулок в людських оселях. Спочатку їх вирощували для одержання продуктів харчування (плодів тощо), спорудження житла, виготовлення одягу, лікування, а починаючи з V ст. до н. е., вони стали об'єктами наукового пізнання, дослідження та узагальнення знань про них. Згодом людина виявила в них не лише корисні ознаки, але й красиві якості. На сьогодні людину все більше цікавлять естетичні якості дерев, кущів і ліан, які є об'єктом вивчення *декоративної дендрології*.

Народні знання українців про деревні рослини значною мірою оригінальні і своєрідні: по-перше, це давнє і постійне джерело мудрості; по-друге, це елемент культурної спадщини народу; по-третє, це та ланка, яка з'єднує минуле з сьогоденням і на цій основі творить нові галузі знань. Вони ґрунтуються на багатотисячолітніх спостереженнях за природою і навколишнім середовищем. В Україні особливою шаную і популярністю користувалися і користуються такі лісові дерева та кущі, як дуб, бук, ялина, верба, тополя, липа, береза, явір, калина, ліщина тощо, а також плодів дерева та кущі: яблуна, вишня, слива, черешня, агрус, смородина та інші [12].

Наведений ряд під утилітарною назвою деревних рослин за свої «бого- та чудодійні» можливості, як вірилось людині в давнину, «овіяний» міфами і легендами ще в Древньому Вавилоні і Древньому Єгипті, а також у Давній Греції та Давньому Римі [23].

Народи Середземномор'я тоді, а слов'янські народи й українці історично пізніше, і сьогодні «оспівають» велич хвойних та природну красу квіткових деревних рослин в художніх полотнах, піснях і віршах [20-22], присвячують їм фотогалереї та кінострічки.

У сьогоднішній техногенний вік, який сколихнув своїми викликами усю планету Земля, у зв'язку з широким використанням різноманіття дерев, кущів і ліан для задоволення естетичних потреб людини, декоративна дендрологія розглядається не лише з морфологічних та екологічних позицій, але й як соціальна загально-біологічна проблема та навчальна дисципліна в системі природничих наук.

Виходячи з цього, декоративний (франц. decorative, від лат. decoro – прикрашаю) – той, що прикрашає або служить для прикраси, оздоблення; мальовничий, зовнішньо ефектний, красивий чи гарний, привабливий.

Звідси, декоративні рослини – численна група культурних й дикоростучих видів (дерева, кущі, ліани, однорічні й багаторічні трави), що застосовуються в озелененні та служать для задоволення зростаючих естетичних потреб людини. Відрізняються вони красивою формою, різноманітним забарвленням, розмірами й формою листків, мікростробілів і квіток, колосків мікростробілів і суцвіть, макростробілів і плодів [15, с. 375].

Декоративні ознаки деревних рослин привертають до себе увагу в різні пори року залежно від домінування тієї чи іншої якості. Наприклад, весною, коли відбувається цвітінні більшості деревних рослин, нашу увагу привертають рослини з великими яскравими чи меншими, але численними квітками та суцвіттями, до яких, передусім, доцільно віднести види з родів *Magnolia* L., *Syringa* L., *Aesculus* L., *Forsythia* Vahl. та ін., а також деревні рослини із запашними квітками та суцвіттями, до яких належать види з родів *Tilia* L., *Caragana* Fabr., *Malus* Mill., *Jasminum* L. тощо.

Улітку, коли повністю сформовані яскраво-зелені листки чи хвоя, нашу увагу в першу чергу привертають квіткові деревні рослини зі складними пальчастими чи пірчастими листками, зокрема це види з родів *Aesculus* L., *Juglans* L., *Gleditsia* L., *Phelodendron* Rupr., *Robinia* L., *Gymnocladus* Lam., а також вічнозелені види з родів *Abies* Mill., *Picea* A.Dietr., *Thuja* L., *Tsuga* Carr., *Juniperus* L. тощо.

Восени з пониженням температури відбувається руйнування хлорофілу, а пігменти каротин і ксантофіл, які стійкіші до пониження температури, зумовлюють різне забарвлення листків. Окрім того, восени привертають увагу деревні рослини з великими звисаючими плодами, зокрема, види з родів *Catalpa* Scop., *Gleditsia* L., *Platanus* L., *Robinia* L. та прямостоячими чи повислими шишками, а це види з родів *Pinus* L., *Cedrus* Trew., *Cupressus* L., *Pseudotsuga* Carr. тощо.

Водночас, декоративність деревних рослин оцінюють не за однією, двома, хоча й найефективнішими ознаками, а за сукупністю декоративних ознак з врахуванням розмірів рослин, форми крони, забарвлення й її структури; забарвлення, будови та розмірів хвої й листків; забарвлення, будови та розмірів мікростробілів і квіток; забарвлення, будови та розмірів мікроспорофілових колосків і суцвіть; забарвлення, будови та розмірів макростробілів і плодів тощо. Виходячи з цього в декоративній дендрології сформувалися відомі підходи щодо оцінювання декоративності рослин. Не аналізуючи різні підходи щодо вирішення цього досить важливого питання, коротко зупинимось лише на деяких із них.

Для проектування просторових композицій ландшафтні архітектори використовують наступні декоративні характеристики деревних рослин: величина (розмір) та габітус (просторова форма), швидкість росту і тривалість життя, форма та забарвлення листків, фактура листків і листкорозміщення, листкова мозаїка та гетерофілія; розміри, форма та забарвлення квіток і суцвіть; розміри, форма та забарвлення шишок, плодів і суплідь.

Щодо власне наукових публікацій, присвячених питанню оцінювання декоративності деревних рослин, то, на нашу думку, потрібно зупинитися лише на деяких із них, у яких, як нам видається, найбільш повно розкрито це досить важливе для декоративної дендрології питання.

Передусім, це фундаментальна монографічна наукова праця О. І. Колесникова «Декоративна дендрологія» (Москва: Вид-во «Лесная промышленность», 1974. 704 с.), у якій у

другій частині: «Природні декоративні властивості деревних рослин» (С. 33–98) присвячено оцінюванню декоративності 6 розділів.

У розділі 1 «Величина деревних рослин і декоративних якостей їх крони» розкриті такі терміни і поняття, як величина рослин і форма крони. Величина деревної рослини є об'ємним показником. При використанні деревної рослини в архітектурній композиції першочергове значення мають висотні виміри.

Форма крони є однією з досить важливих декоративних ознак деревних рослин. Автором наведені схематично 14 форм крон деревних рослин: 1 – розкидиста; 2 – пірамідальна: а – конусоподібна, б – веретеноподібна, в – колоноподібна; 3 – овальна; 4 – яйцеподібна; 5 – оберненояйцеподібна; 6 – зонтична; 7 – кулеподібна: а – штамова, б – кущова; 8 – плакуча; 9 – витка; 10 – сланка; 11 – подушечна. Водночас автор наводить різновидності деревних рослин за формою крони окремо для хвойних і для листяних листопадних дерев, а також для листяних вічнозелених дерев і кущів. Окрім того, представлено розподіл деревних рослин на групи за щільністю крони, а за фактурою крони дерев і кущів виділено типи: а) крупну рихлу, б) крупну щільну, в) дрібну рихлу, г) дрібну щільну.

У 2 розділі наведені декоративні якості листків, зокрема: форма (орнамент) листків (литкова пластинка, черешок, прилистки; різні типи жилкування); за будовою: прості (дуже великі, великі, середньої величини, дрібні, дуже дрібні) і складні листки (дуже великі, великі, середньої величини, дрібні, дуже дрібні) та їх форми, а також листки хвойних рослин (дуже велика хвоя, велика хвоя, хвоя середньої величини, дрібна хвоя, дуже дрібна хвоя); фактура листків (1. Листки гладкі, глянцеві, блискучі. 2. Листки гладкі, матові (не блискучі): а) із сизуватим нальотом, б) без нальоту. 3. Листки шорсткі або опушені. 4. Листки бугруваті з дуже вираженим жилкуванням. 5. Листки з шипами; розташування листків (спірально, супротивне, кільчасте); осіннє забарвлення листків; час розпускання і опадання листків (1. Деревні рослини з листками, які скоро розпускаються. 2. Деревні рослини з листками, які пізно розпускаються. 3. Деревні рослини з листками, які скоро опадають. 4. Деревні рослини з листками, які пізно опадають).

Розділ 3 присвячений декоративним якостям квіток. Форма квіток і суцвіть: за цією ознакою декоративно квітучі деревні рослини поділені на такі групи: а) з дуже великими квітками – розміром більше 10 см; б) з великими квітками – розміром від 5 до 10 см; в) з невеликими квітками – розміром від 2 до 5 см; г) з дрібними квітками – розміром до 2 см. За величиною суцвіть деревні рослини поділені на групи: а) з дуже великими суцвіттями – розміром від 20 до 30 см і більше; б) з великими суцвіттями – розміром від 10 до 20 см. За кольором квіток виділено: а) з блакитним, ліловим чи фіолетовим забарвленням квіток; б) із зеленим забарвленням квіток. За запахом квіток деревні рослини поділені на групи: 1 – Дуже запашні, 2 – Запаши, 3 – Слабко запашні; за якістю запахів на: 1 – 3 приємним запахом, 2 – 3 посереднім запахом, 3 – 3 неприємним запахом.

Час і тривалість цвітіння – дуже важливі декоративні ознаки деревних рослин. Зазначимо, що О. І. Колесников цим ознакам приділив дуже велику увагу. За першою ознакою він виділив такі групи рослин: 1 – Рослини, які цвітуть у ранньовесняний період (кінець лютого–березень); 2 – Рослини, які цвітуть у весняний період; 3 – Рослини, які цвітуть у літній період; 4 – Рослини, які цвітуть в осінній період; 5 – Рослини, які цвітуть у зимовий період. За тривалістю цвітіння автор виділив наступні групи рослин: 1 – Рослини, які цвітуть протягом тривалого періоду; 2 – Рослини, які цвітуть протягом середньотривалого періоду; 3 – Рослини, які цвітуть протягом нетривалого періоду, 1–2 тижні. Окрім цього, у межах кожного періоду цвітіння наведені місяці, протягом яких квітує той чи інший вид деревних рослин.

Розділ 4 присвячений декоративним якостям плодів. Автор залежно від розмірів плодів, їх форми, морфологічного типу плодів виділяє такі групи дерев: а) листяні листопадні дерева і кущі, б) листяні кущі, в) листяні вічнозелені дерева і кущі. У межах кожної групи наведені види рослин, розміри, форма, забарвлення плодів та їх рясність.

У 5 розділі, який присвячений декоративним якостям стовбура дерев і кущів, розглянуті такі позиції: форма стовбура, фактура і колір кори стовбура і гілок. За фактурою та рисунком кори стовбура дерева поділені на такі групи: 1 – Дерева з гладкою корою; 2 – Дерева з

пластинчатою корою; 3 – Древа з дрібно-тріщинуватою корою; 4 – Древа і кущі з глибоко-тріщинуватою корою. За забарвленням кори древа і кущі поділені на такі групи: 1 – Древа і кущі з білою (з відтінками) корою стовбура; 2 – Древа і кущі зі світло-сірою корою; 3 – Древа і кущі з темно-сірою корою; 4 – Древа і кущі з коричневою корою; 5 – Древа і кущі з чорно-сірою корою; 6 – Древа і кущі з жовтою і оранжево-жовтою корою; 7 – Древа і кущі з червоною корою; 8 – Древа і кущі із зеленою корою; 9 – Древа і кущі з різнокольоровою п'ятнистою корою; 10 – Древа і кущі з колючками і шипами.

6 розділ присвячений витким деревним рослинам (ліанам). Їх автор поділив на дві групи: 1 – ліани листопадні; 2 – ліани вічнозелені. Кожна із цих груп за висотою росту ще поділена на підгрупи: а) ліани високо виткі (з пагонами вище 10 м), б) ліани середньої висоти росту (від 5 до 10 м), в) ліани низькорослі (до 5 м).

З наведеного вище розподілу деревних рослин на групи за тими чи іншими декоративними ознаками видно, що автор провів дуже велику роботу щодо систематизації декоративних характеристик. Водночас, незважаючи на те, що автором не запропоновано бальних шкал оцінювання декоративності деревних рослин, розглянута праця має велику наукову й навчальну цінність, оскільки виділені групи декоративних якостей можуть використовуватись фахівцями як онова у процесі розробки відповідних бальних шкал для оцінювання декоративності голонасінних і покритонасінних деревних рослин.

Окрім вище наведеної монографічної праці О. І. Колесникова (1974), доцільно також зупинитись на працях інших авторів. Передусім це навчальний посібник професора О. А. Калініченка «Декоративна дендрологія» (Київ : Вища школа, 2003. 199 с.), у якому автор запропонував систему оцінювання загальної декоративності голонасінних і покритонасінних деревних рослин за п'ятибальною шкалою:

- Бал 1 – декоративність негативна (зовнішній вигляд рослин явно зменшує їхню загальну привабливість);
- Бал 2 – декоративність нульова (декоративні якості непомітні, рослини не мають своєї виразності на загальному фоні насаджень);
- Бал 3 – декоративність незначна (декоративні якості помітні, але не виразні, тому не дуже підвищують декоративність рослин);
- Бал 4 – декоративність достатня (декоративні якості виразні, рослини добре виділяються на загальному фоні насаджень);
- Бал 5 – декоративність висока (декоративні якості надають рослинам значної привабливості, зумовлюють у масового спостерігача сильне емоційне відчуття, захоплення).

Наші багаторічні дослідження (М. М. Барна, Л. С. Барна) голонасінних рослин з родів *Larix* Mill., *Picea* A. Dietr., *Abies* Mill., *Juniperus* L., *Taxus* L. та ін., а також запропонована при цьому 5-ти бальна шкала прогнозування цвітіння деревних рослин за співвідношенням вегетативних і генеративних пагонів в кроні декоративного дрова [9] і наявність багаточисельних публікацій монографічного характеру, статей у фахових наукових журналах і тез доповідей на міжнародних конгресах і всеукраїнських науково-практичних конференціях підготували необхідні умови, щоб запропонувати шкалу оцінювання загальної декоративності деревних рослин [8].

В основу такої п'ятибальної шкали покладені декоративні ознаки вегетативних і генеративних органів та рослинних організмів в цілому, зокрема: розмір і габітус деревних рослин, забарвлення кори, тип, будова та форма листків, листкорозміщення, розміри і забарвлення мікростробілів і квіток, мікроспорофілових колосків і суцвіть, забарвлення, розміри та форма макростробілів і плодів.

- Бал 1 – декоративність відсутня – жодна із декоративних ознак рослини не виражена і не приваблює спостерігачів;
- Бал 2 – декоративність наявна – одна–дві декоративні ознаки рослини наявні і відрізняють її від інших особин популяції;

- Бал 3 – декоративність – незначна (три – чотири декоративні ознаки рослини приваблюють, але не захоплюють спостерігачів);
- Бал 4 – декоративність достатня – наявність більшості декоративних ознак рослин, які зумовлюють захоплення спостерігачів;
- Бал 5 – декоративність дуже висока – наявні всі чи майже всі декоративні ознаки рослини, які сукупно зумовлюють захоплення спостерігачів, спричиняючи їх естетичне відчуття.

Між тим загальновідомо, що для оцінки як декоративності, так і стійкості деревних рослин зазвичай пропонують і використовують 4–5-ти, а то й 7–8-ми бальні шкали. Досить вдало обґрунтовану 8-ми бальну шкалу стійкості дерев і кущів в захисних лісових насадженнях запропонувала у свій час лісознавець Л. Савел'єва (1975). Здорові дерева з максимальним річним приростом оцінювались за її шкалою найвищим балом – 8, а повністю сухі дерева чи кущі над поверхнею землі і під нею – 0 балів.

Деякі автори використовують 5-ти бальні шкали комплексної оцінки декоративності деревних рослин в умовах сучасних антропогенних навантажень місць проживання людини. Так, О. С. Заливська, Н. А. Бабич (2012) запропонували для цього 5-бальні шкали комплексної оцінки декоративності деревних рослин в загальному без конкретизації врахування вимог таксонів рангу «відділ». Однак, вже Ж. А. Варданян (2017) скоріше інтуїтивно, ніж доказово, тільки пропонує оцінювати декоративність деревних рослин комплексно, але в межах відділів *Pinophyta* та *Magnoliophyta*.

Таким чином запропоновані шкали оцінювання декоративності деревних рослин використовуються сьогодні сукупно в загальному для голонасінних і покритонасінних деревних рослин, хоча представники цих таксонів істотно відрізняються між собою за формою стовбура, крони, будови та форми листків, мікро- і макростробілів, квіток і плодів. Все це враховано нами під час розробки методики визначення декоративності видових таксонів та декоративних форм відділу *Pinophyta*.

Деревні рослини відносять до групи основних елементів як лісових екосистем, так і зелених насаджень сучасних урбоекосистем. Зелені насадження великих чи малих міст та інших населених пунктів своєю присутністю сьогодні створюють архітектурно комфортне середовище для життєдіяльності людини. Привабливість ландшафту місць проживання людини залежить також і від декоративності деревних рослин. Найбільш вагомими *декоративними* характеристиками видових таксонів відділу *Pinophyta* вважаються наступні морфологічні ознаки та показники їх декоративності (рис. 1).

Попередньо нами (В. М. Кохановський, Т. І. Мельник) умовно розділено декоративні характеристики голонасінних рослин на дві нерівнозначні групи: групу прямо формуючих декоративність морфологічних ознак та групу опосередковано впливових показників на декоративність. Перша група морфологічних ознак підкреслює «нарядність» зовнішності хвойних рослин, а група опосередковано впливових показників – основу їх життєздатності [23].

Основні морфологічні ознаки, що безпосередньо приймають участь у створенні частіше зовнішньо ефектного вигляду хвойних рослин, використовують зазвичай для комплексної оцінки їх декоративності.

Зберігаючи послідовність зменшення значимості цих ознак в загальній організації структури особин хвойних рослин, сформулюємо їх наступним чином:

- архітектоніка (структура) стовбура і крони хвойних з охоєнням чи без нього;
- тривалість охоєння гілок і пагонів крони хвойних або «життєздатність» хвої;
- спадково типова форма крони хвойних рослин та можливі адаптаційні варіанти;
- забарвлення (колір) голко- чи лускоподібної хвої хвойних рослин;
- рясність формування мегастробілів (шишкоутворення) хвойних рослин;
- колір шишок і «шишечко»-, «ягодо»-, «арилусо»-, «сливоподібних» мегастробілів;
- сукупний аромат хвоїнок і мегастробілів, а також несподівано неприємний запах.

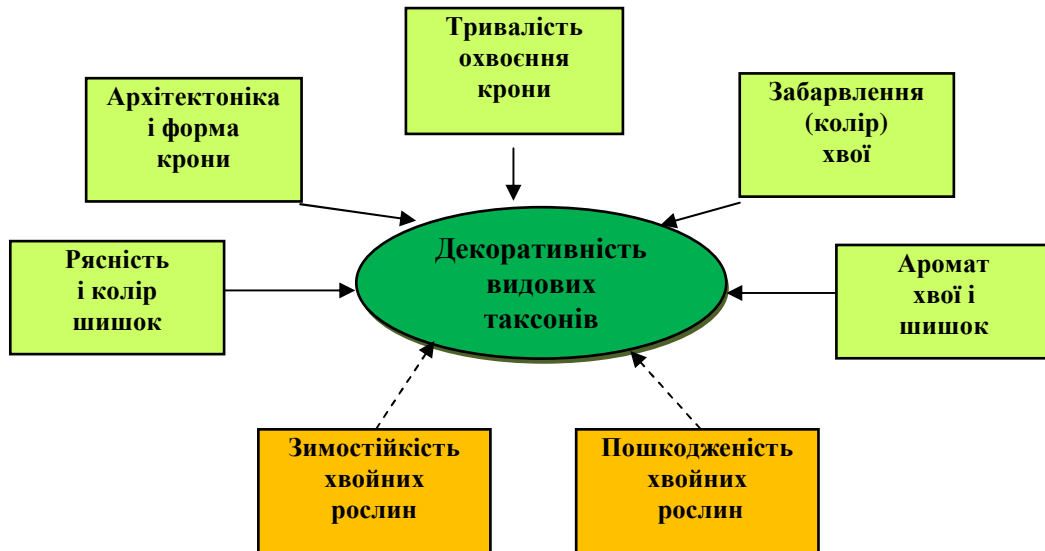


Рис. 1. Методологічні зв'язки якостей декоративності видових таксонів відділу *Pinophyta*:

- морфологічні ознаки, що прямо формують декоративність хвойних рослин;
- опосередковано впливові показники декоративності хвойних рослин.

Група опосередковано впливових показників на декоративність хвойних рослин через «повітряний бар'єр» з одного боку нібито стимулює як природну красу, так і особливу морфологічну зовнішність хвойних рослин, а з іншого – «гальмує» все-таки їх біологічну адаптованість до окремих чинників навколишнього середовища сучасної цивілізації. Показники цієї групи декоративності хвойних рослин загальновідомі:

- зимостійкість – протистояння хвойних рослин комплексу несприятливих умов;
- морозостійкість – показник впливу морозів на хвойні рослини у зимовий період;
- пошкодженість – багатoelementний «негатив» життєвого стану хвойних рослин.

Як приклад, на основі 10-ти декоративних характеристик нами комплексно оцінено декоративність деяких хвойних інтродуцентів в арборетумі Сумського НАУ [23].

Природно досить тривалий період життєвого циклу деревних рослин німецький біолог Е. Геккель (1866) назвав *онтогенезом*. Протягом онтогенезу деревні рослини кількісно і якісно міняють свої морфолого-анатомічні характеристики. Різноманітне використання людиною біологічних можливостей деревних рослин обумовило необхідність поділу їх онтогенезу на *вікові етапи* (періоди), у межах яких перш за все візуально видимі морфологічні ознаки залишаються, умовно кажучи, незмінними. При цьому цілком зрозуміло, що морфогенез органів навіть теоретично в онтогенезі деревних рослин призупинити неможливо.

Універсальна на сьогодні схема періодизації онтогенезу деревних рослин досить обґрунтовано виділяє наступні вікові етапи (періоди) їх життєздатності (рис. 2) [16].

Проростки (p) – деревні рослини хвойних чи квіткових визначально нерозгалужені, вони сформували тільки первинні корінці в ґрунті і стебло з сім'ядолями на поверхні.

Ювенільний (j) – первинний пагін деревних рослин ще нерозгалужений, головний корінець кореневої системи тільки починає галузитись, на поверхні цих органів з'являються перші листочки (хвоя).

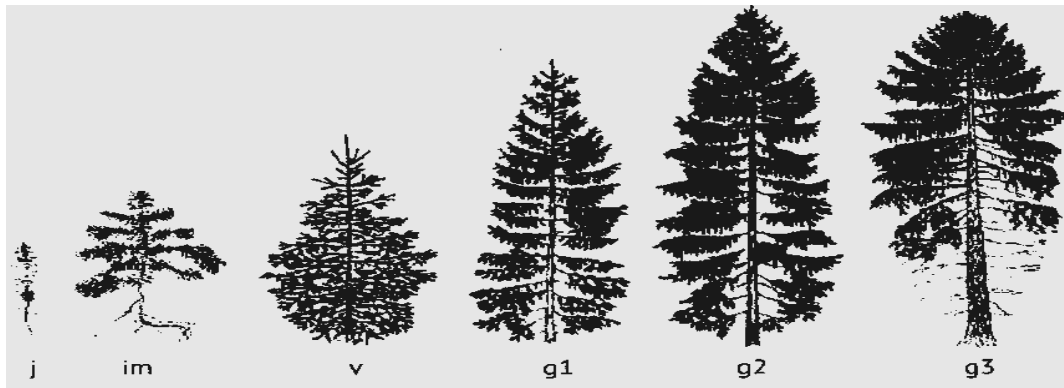


Рис. 2. Етапи онтогенезу *Picea abies* (L.) Karst. j – ювенільний, im – іматурний, v – віргінільний, g1 – молодий генеративний, g2 – середньовіковий генеративний, g3 – старший генеративний.

Ювенільний (j) – первинний пагін деревних рослин ще нерозгалужений, головний корінець кореневої системи тільки починає галузитись, з'являються перші листочки.

Іматурний (im) – деревні рослини сформували бічні гілки крони 2–4 порядків, крона має округлу форму з типовим листовим (хвойним) вбранням.

Віргінільний (v) – деревні рослини майже повністю і закінчено сформували типову архітектоніку стовбура і крони. Покритонасінні (квіткові) рослини поки що не квітнуть і не плодоносять. У голонасінних (хвойних) шишкоутворення також поки що відсутнє, але сформовані в них риси зовнішнього стану (вигляду) повністю відповідають прийнятим нормам декоративності деревних рослин.

Молодий генеративний (g1) – деревні рослини вперше цвітуть і плодоносять, органи плодо- і шишкоутворення локалізовані зазвичай у верхній частині крони, плодів (шишок) мало. Ростові процеси інтенсивні. Декоративність морфологічних ознак досить висока.

Середньовіковий генеративний (g2) – деревні рослини формують свою типову крону: вона овальної (конусоподібної) до округлої (тупоконусоподібної) форми з дещо загостреною у хвойних верхівкою. Генеративні органи розміщені у верхній і середній частині крони. Кількість плодів (шишок) максимальна. Ростові процеси сповільнюються. Декоративність деревних рослин також максимальна.

Старший генеративний (g3) – деревні рослини призупиняють ростові процеси, лінійні виміри крони і кореневої системи скорочуються через відмирання частини гілок в кроні та якірних коренів в ґрунті. Цвітіння покритонасінних згасає, плодо- і шишкоутворення не рясне. У деякій мірі представники цього етапу ще декоративноздатні.

Синільний (s) – верхня частина стовбура і крони відмирає, коренева система під землею значною мірою згниває. Цвітіння та плодо- і шишкоутворення відсутнє.

Отже, в онтогенезі хвойних рослин на прикладі *Picea abies* ландшафтну архітектуру і ландшафтний дизайн, а також садово-паркове мистецтво може задовольняти в повній мірі морфологічний стан видових таксонів на *віргінільному, молодому і середньовіковому генеративних* етапах. У цей період їх життєздатності окремі особини видових таксонів своїм зовнішнім виглядом, як правило, естетично позитивно і емоційно піднесено сприймаються більшістю перехожих чи спостерігачів. Ці етапи онтогенезу хвойних відзначаються досить високою чи навіть максимальною декоративністю видових таксонів.

Кожен день, рік за роком протягом багатьох століть, а то й тисячоліть деревні рослини досить витончено за допомогою своїх механічних тканин «розбудовують» *архітектоніку* стовбура і крони з вічнозеленим чи листопадним листовим вбранням, яке з часом, як правило, оновлюється. Архітектоніка стовбура і крони деревних рослин спадково запрограмована ще на генетичному рівні, вона постійно знаходиться в надзвичайно тонко узгодженій взаємовпливовості з кліматичними чинниками навколишнього середовища, змінює свої

морфологічні характеристики в просторі і часі, може бути привабливою чи навпаки в площині декоративності на тому чи іншому етапі свого онтогенезу.

Цілком очевидно, що архітектоніка стовбура і крони найбільш вагома і впливова морфологічна характеристика декоративності деревних рослин, у тому числі і хвойних. Це каркас (основа) деревних рослин, на поверхні якого формується частіше багатокольоровий покрив (вбрання) із листя (хвої), який щорічно і сезонно доповнюється яскравими кольорами мікро- та макростробілів у хвойних чи квітками, суцвіттями і плодами у покритонасінних. Фонове забарвлення крон деревних рослин беззаперечно лежить в основі їх декоративності.

Колір кори нижньої і верхньої частин стовбура, мертвих і живих сучків, старших і молодших гілок, а також наймолодших цьогорічних пагонів і навіть бруньок є важливою складовою декоративності деревних рослин, але вона знаходиться на другому плані після фонового забарвлення крони протягом онтогенезу як у вічнозелених так і у листопадних деревних рослин. Ця складова, будучи природно «прихованою», з розумно ефективною відстані недосяжна для зорового сприйняття людиною.

Цікаво хоча б коротенько розглянути кольоровий аспект морфогенезу листкового вбрання, а також мікро- і мегастробілів хвойних на прикладі видів, які досить часто є в структурі ландшафтів, створених людськими руками [25–39].

Picea abies (L.) Karst. – зелене листкове вбрання (охвоєння) крони ялини європейської утворює світло- та темно-зелена хвоя, що оновлюється через 6–7 (10) років.

Навесні кожного року у неї майже рівномірно на поверхні крони з'являються рожево-червонуваті колоски мікростробілів, а на верхівках пагонів формуються рожевувато-червоні макростробіли. Влітку типово звислі шишки мають зелений колір. Вони дозрівають глянцево-коричневими в осінню пору, а розкриваються і опадають навесні наступного року. *Picea abies* під час короткочасного запилення у травні виглядає досить нарядно, оскільки в цей період забарвлення крони візуально найпривабливіше.

Pinus sylvestris L. – зелене з ледь жовтуватим відтінком листкове вбрання крони сосни звичайної утворює зелена хвоя, яка опадає через 3 роки. У кінці травня на трирічних гілках крони сосни звичайної одночасно і без проблем можна розпізнати скупчення жовтих колосків мікростробілів, червонуваті макростробіли, зелені шишки минулого та брудно-коричневі розкриті шишки позаминулого років. *Pinus sylvestris* також виглядає досить нарядно під час свого «цвітіння» пізно навесні.

Отже, кольорова панорама листкового покриву хвойних на прикладі *Picea abies* і *Pinus sylvestris* стає найбагатшою в період їх запилення, тобто в весняну пору року.

Чи можна встановити об'єктивно декоративність хвойних рослин візуальним оглядом модельної особини або невеликої біогрупи того чи іншого видового таксону? Мабуть так, використовуючи бальну систему оцінки, але при цьому все залежатиме від теоретичної обізнаності та професіоналізму оцінювача декоративності.

Для інтегральної (комплексної) оцінки декоративності видових таксонів відділу *Pinophyta* ми пропонуємо візуально використовувати наступні 5-бальні шкали.

Оцінити декоративність архітектоніки стовбура і крони та охвоєння гілок і пагонів крони деяких інтродуцентів, що ростуть в дендрарії імені В. М. Кохановського Сумського національного аграрного університету (СНАУ), можна, використавши для цього вже відомі 5-ти бальні шкали [17], але удосконалені нами [27]:

- *архітектоніка стовбура і крони:*

- | | |
|---------|--|
| Бал 1 – | хвойна рослина дуже пригнічена, стовбур і крона настільки ж деформовані, у кроні всихає та опадає 60–70 % старих сучків, гілок і пагонів; |
| Бал 2 – | хвойна рослина дуже пригнічена, у неї досить деформовані стовбур і крона, у кроні значна присутність (30–40 %) старих сучків, сухих гілок і пагонів; |
| Бал 3 – | хвойна рослина помітно пригнічена, на вигляд у неї дещо деформовані стовбур і крона, у структурі крони з'являються сучки, сухі гілки і пагони; |
| Бал 4 – | хвойна рослина зберегла природно типовий габітус стовбура і крони; у неї проглядається досить таки гармонійно сформована архітектоніка; |

Бал 5 – хвойна рослина повністю зберегла типовий габітус стовбура і крони, при цьому у неї цілком очевидна витончена оригінальність їх архітекτονіки.

- *тривалість охвоєння крони:*

Бал 1 – візуально не визначено;

Бал 2 – деревна рослина має листки (хвою), які пізно розпускаються, але рано опадають;

Бал 3 – деревна рослина з листками (хвою), які рано розпускаються та рано опадають, а також з листками (хвою), які пізно розпускаються та пізно опадають;

Бал 4 – деревна рослина з листками (хвою), які рано розпускаються та пізно опадають;

Бал 5 – голонасінна рослина чи покритонасінна, але вона вічнозелена.

Оцінимо декоративність типової форми крони і забарвлення хвої голонасінних інтродуцентів та їх декоративних форм, використовуючи для цього нами розроблені і запропоновані для оцінки названих аспектів декоративності 5-ти бальні шкали:

- *форма крони хвойних:*

Бал 1 – не визначено форму типовою; по типу *кущоподібна* у декоративних форм;

Бал 2 – типова форма крони розкидиста з варіантами; по типу *карликовий кущик* (сланкий, округлий) у декоративних форм;

Бал 3 – типова форма крони яйцеподібна з варіантами; по типу *'nana'* чи *'pumila'* у декоративних форм;

Бал 4 – типова форма крони чітко пірамідальна; по типу *'gracilis'* чи *'pendula'* у декоративних форм;

Бал 5 – сформована зразково типова колоно- чи парасолькоподібна крона; по типу *'conica'* чи *'inversa'* крона у декоративних форм;

- *забарвлення хвої:*

Бал 1 – строкато-зелене забарвлення, спектр відтінків зеленого кольору;

Бал 2 – біло- чи сизо-зелене забарвлення з відтінками зеленого кольору;

Бал 3 – зелений колір крони фоновий, тональні відтінки також зелені;

Бал 4 – жовто- чи золотисто-зелене забарвлення з помаранчевими відтінками;

Бал 5 – домінують блакитні і сріблясті кольори з майже такими ж відтінками.

Для оцінки декоративності рясності формування мегастробілів у кронах хвойних рослин використаємо 5-ти бальну шкалу Н. Шнутко [29]:

- *рясність шишкоформування:*

Бал 1 – поодинокі шишки фіксуються тільки на окремих гілках «жіночого» ярусу;

Бал 2 – шишки присутні на більшості гілок «жіночого» ярусу, але в незначній кількості;

Бал 3 – шишки на гілках «жіночого» ярусу в значній кількості, поодинокі в змішаному;

Бал 4 – шишки в великій кількості в «жіночому» ярусі крони і помірно в змішаному;

Бал 5 – шишки густо покривають кожну гілку «жіночого» і змішаного ярусів крони.

Забарвлення дозрілих мегастробілів значно покращує декоративність крони хвойних рослин. Наприклад, червоний колір «ариліосоподібного» (*Taxus baccata* L.) і синій «ягодоподібного» (*Juniperus communis* L.) мегастробілів на фоні зеленого забарвлення хвої (рис. 3) залишають незабутнім перше враження від їх краси. Оцінити декоративність видового таксону за морфологічною ознакою «колір шишок» пропонуємо за нашим варіантом 5-ти бальної шкали.

- *колір шишок (рис 3):*

Бал 1 – переважає бурий, бруднуватий;

Бал 2 – домінує жовтий з відтінками;

Бал 3 – домінує коричневий з відтінками;

Бал 4 – домінує синій з відтінками;

Бал 5 – переважає червоний з відтінками.

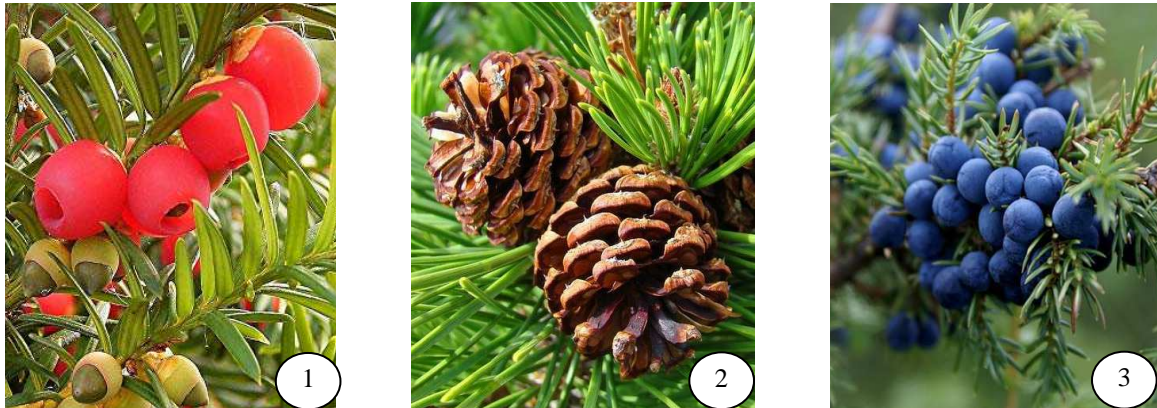


Рис. 3. Колір мегастробілів як морфологічна ознака декоративності хвойних рослин: червоний (*Taxus baccata*, 1), коричневий (*Pinus sylvestris*, 2) і синій (*Juniperus communis*, 3).

Аромат – це тільки приємні запахи хвої і мегастробілів, у той час як сморід викликає завжди негативні емоційні відчуття. Запахи за визначеннями енциклопедистів – це приємні і неприємні відчуття, які виникають під впливом запашних подразників на рецептори слизової оболонки носа.

- *аромат хвої і шишок:*
 - Бал 1 – слабкий, або неприємний запах;
 - Бал 2 – середній;
 - Бал 3 – сильний;
 - Бал 4 – дуже сильний;
 - Бал 5 – бажано оригінальний.

Стабільність формування та функціонування морфологічних характеристик декоративності деревних рослин забезпечують природні умови навколишнього середовища. Вони досить складні, носять комплексний характер, їх вплив на деревні рослини різносторонній.

Зимостійкість (слов. *zima* – зима, холодний несприятливий період) деревних рослин – це комплексний показник їх *стійкості* до повного набору або «букету» несприятливих природних чинників навколишнього середовища місцезростань рослин в осінній, зимовий та весняний періоди року. Серед несприятливих кліматичних чинників переважають своїм впливом на деревні рослини морози (рос. синоніми – стужа, мраз, холод), тому морозостійкість рослин розглядають як ведучу складову їх зимостійкості.

Морозостійкість деревних рослин розрізняють *абсолютну*, коли мінімальні негативні температури переносять деревні рослини без ушкоджень, та *відносну*, при якій деревні рослини здатні витримувати морози в природних умовах конкретного регіону.

Здатність деревних рослин протистояти впливу низьких температур навколишнього середовища залежить від їх біологічних, морфолого-анатомічних і фізіологічних особливостей, етапу онтогенезу та умов місцезростання. Негативний вплив мінімальних температур нерідко проявляється відомими, але непередбачуваними явищами в практиці лісовідновлення. Наприклад, при вирощуванні посадкового матеріалу, особливо на стадії малих і молодих сіянців і саджанців, можуть мати місце:

- ушкодження рослин ранніми осінніми чи пізніми весняними заморозками;
- випинання 1–2-річних сіянців чи саджанців з ґрунту в зимовий період;
- висихання (обезводнення) молоденьких деревних рослин при малосніжних зимах;
- випрівання молоденьких деревних рослин під товстим шаром снігу зимою;
- вимерзання молоденьких деревних рослин в зимовий період від холоду;

- *зимостійкість хвойних рослин:*

- Бал 1 – обмерзає над кореневою шийкою вся надземна фітомаса хвойної рослини;
 Бал 2 – крона хвойних рослин обмерзає зазвичай до рівня снігового покриву;
 Бал 3 – обмерзають одно- та дворічні і навіть старші частини хвойних рослин;
 Бал 4 – однорічні пагони хвойних рослин обмерзають на половину своєї довжини;
 Бал 5 – візуально видимих пошкоджень хвойна рослина не має, вона не обмерзає;

- *морозостійкість хвойних рослин:*

- Бал 1 – теплолюбні рослини (пошкоджуються навіть короткотерміновими морозами);
 Бал 2 – неморозостійкі рослини (витримують нетривалі морози до 10 °С);
 Бал 3 – відносно морозостійкі рослини (витримують морози 10–25 °С);
 Бал 4 – морозостійкі рослини (витримують морози 25–45 °С);
 Бал 5 – дуже морозостійкі рослини (витримують морози 45–50 °С).

Зрозуміло, що природного походження морфологічні особливості (невчасний хвое- та гілкопад видових таксонів; вже всохлі чи ті, що всихають, верхівки дерев і кущів; великі і маленькі, але старі сучки; сухі чи викривлені живі гілки і пагони крони; відшарування смужок і пасм кори; дупла і гриботіла; блискавко- чи морозобійні тріщини на стовбурі), а також постійно присутні на особинах хвойних шкідники і хвороби та звичайні механічні пошкодження поодинокі або сукупно майже завжди негативно впливають навіть на бездоганно сформовані в процесі морфогенезу органи хвойних рослин;

- *пошкодженість хвойних рослин:*

- Бал 1 – сухостій стовбура та крони видових таксонів без сумніву поточного року;
 Бал 2 – рослина, яка засихає, що підтверджують основні морфологічні ознаки;
 Бал 3 – рослина дуже ослаблена, візуально немає сумнівів стосовно її стану;
 Бал 4 – рослина для оцінювача досить ослаблена, потребує ретельного огляду;
 Бал 5 – хвойна рослина на вигляд здорова, її стан не викликає занепокоєння.

Продумані профілактичні та охоронні заходи значно підвищують стійкість хвойних рослин. Майже завжди виправдано: першочергово звертати увагу на появу шкідників і хвороб на поверхні їх вегетативних і репродуктивних органів.

Архітектоніка стовбура і крони, охвоєння і форма крони, забарвлення хвої, яскравість і колір мегастробілів та аромат хвої і шишок – морфологічні ознаки, які сукупно створюють декоративний «імідж» видовим таксонам хвойних рослин не тільки в рослинному світі, але й в ландшафтній архітектурі і дизайні. Вони протягом онтогенезу непередбачувано мінливі: деякі морфологічні характеристики щорічно, а інші посезонно оновлюються, змінюючи тим самим декоративність хвойних рослин.

Яскравість і колір типових шишок та «шишечко»- «ягодо»-, «арилусо»- і «сливоподібних» мегастробілів протягом морфогенезу також мінливі. Вони короткотерміново вносять зміни в декоративний стан хвойних рослин, зазвичай покращуючи їх «нарядність». Простежимо за такою панорамою змін на прикладі модельних особин оцінки декоративності хвойних в дендрарії Сумського НАУ. Об'єктами одноденного спостереження на початку серпня стали 14 видових таксонів інтродуцентів і один автохтонний вид (табл. 1). Фото зафіксувало яскравість і колір мегастробілів модельних особин цих таксонів майже водночас (рис. 2). У результаті підсумково з'ясувалось:

а) *Juniperus sabina* L., не беручи до уваги появу в його кроні поодиноких і ще недозрілих «ягодоподібних» мегастробілів, і *Picea glauca* (Moench) Voss. «переживають» віргінільний період онтогенезу, а інші 13 видових таксонів – початок молодого генеративного;

б) видові таксони з модельного ряду сформували крону: кущоподібну (*Juniperus sabina* L.), розкидисту (*Pinus sylvestris* L., *Pseudotsuga menziesii* Franco), яйцеподібну (*Picea omorica* (Panc.) Purk., *Platyclusus orientalis* Franco), пірамідальну гостроверхівкову (*Abies nordmanniana* Spach., *Larix decidua* Mill., *Picea abies* (L.) Karst., *P. abies* 'Viminalis', *Picea glauca* (Moench) Voss., *Picea pungens* Engelm., *P. pungens* 'Viridis', *P. pungens* 'Glauca', *Thuja occidentalis* L.), колоноподібну (*Thuja occidentalis* L. 'Columnaris');

в) фонове забарвлення листового вбрання (охвоєння) крони модельних видів та декоративних форм вічнозелене, окрім *Larix decidua*, у якої воно щорічно оновлюється;

г) рясність «шишечкоподібних» мегастробілів у *Platycladus orientalis*, *Thuja occidentalis*, *Th. occidentalis* 'Columnaris' була максимальною (5 балів), типових шишок у *Larix decidua*, *Picea abies*, *P. abies* 'Viminalis', *Pinus sylvestris*, *Pseudotsuga menziesii* – середньою (3 бали), у інших видів – мала (1–2 бали);

д) колір сформованих мегастробілів модельних особин, окрім *Juniperus sabina*, був вже коричневим (*Larix decidua*, *Picea abies*, *P. abies* 'Viminalis', *Picea glauca*, *Picea pungens*, *P. pungens* 'Glaucua', *P. pungens* 'Viridis'), залишався зеленим з коричневим відтінком (*Abies nordmanniana*, *Pinus sylvestris*, *Pseudotsuga menziesii*, *Thuja occidentalis*, *Th. occidentalis* 'Columnaris') і навіть фіолетовим (*Picea omorica*).

Таблиця 1

Оцінка декоративності деревних рослин відділу *Pinophyta*

№ п/п	Видові таксони	Архітектура хвойної рослини	Форма крони	Тривалість охвоєння	Забарвлення хвої	Рясність шишкоутворення	Колір шишок	Аромат хвої і шишок	Зимостійкість хвойних	Морозостійкість хвойних	Пошкодженість хвойних	Сума балів	Ступінь декоративності
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	<i>Abies nordmanniana</i> Spach.	4	4	5	3	1	3	3	5	4	4	36	В
2	<i>Juniperus sabina</i> L.	5	2	5	3	1	4	4	5	4	5	38	В
3	<i>Larix decidua</i> Mill.	5	4	3	3	3	3	3	5	4	5	38	В
4	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.	4	4	5	3	3	3	3	5	4	5	39	В
5	<i>Picea abies</i> (L.) Karst. 'Viminalis'	5	4	5	3	3	3	3	5	4	5	40	В
6	<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss.	5	4	5	5	1	3	3	5	4	5	40	В
7	<i>Picea omorica</i> (Panc.) Purk.	5	4	5	3	2	3	3	5	4	4	38	В
8	<i>Picea pungens</i> Engelm.	5	4	5	5	2	3	3	5	4	5	41	ДВ
9	<i>Picea pungens</i> Engelm. 'Glaucua'	5	4	5	5	2	3	4	5	4	5	42	ДВ
10	<i>Picea pungens</i> Engelm. 'Viridis'	5	4	5	3	2	3	3	5	4	5	39	В
11	<i>Pinus sylvestris</i> L.	5	3	5	3	3	3	3	5	4	5	39	В
12	<i>Platycladus orientalis</i> Franco	5	3	5	3	5	3	3	5	4	4	29	В
13	<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	4	3	5	3	3	3	3	5	4	4	37	В
14	<i>Thuja occidentalis</i> L.	5	4	5	3	5	3	4	5	4	5	43	ДВ
15	<i>Thuja occidentalis</i> L. 'Columnaris'	5	5	5	3	5	3	4	5	4	5	44	ДВ

Таким чином, періоди «цвітіння» і запилення, а також початкового формування та визрівання мегастробілів (травень) кольорово колоритніші і, мабуть, найбільш «впливові» на декоративність хвойних рослин, ніж період зрілості тих же мегастробілів.

Цілком очевидно, що рясність (урожайність) і колір типових шишок та «шишечко»-, «ягодо», «ариліусо»- і «сливоподібних» мегастробілів не просто вносять посезонно суттєві зміни в декоративний ефект «наряду» хвойних рослин, вони для більшості перехожих чи спостерігачів стають в ці періоди більш цікавими і естетично привабливішими.



Рис. 4. Колористика мегастробілів хвойних у дендрарії Сумського НАУ на початку серпня (фото Миколи Баштового) : згідно табл. 1.

Підсумковий аналіз даних оцінки декоративності деревних рослин зазвичай закінчують за допомогою узагальнених шкал (табл. 2), за якими можна встановити бальну межу того чи іншого ступеня декоративності видового таксону. Об'єднавши, наприклад, хвойні деревні рослини в групи за встановленим ступенем декоративності, їх практичне використання стає більш цілеспрямованим і обґрунтованим.

Ступінь декоративності видових таксонів відділу *Pinophyta*

Сумарний бал	< 20	21-30	31-40	41>
Ступінь декоративності	Низька	Середня	Висока	Дуже висока

В умовах особливо специфічного антропогенного навантаження університетського містечка Сумського НАУ дуже високою декоративністю характеризуються: *Picea pungens*, *P. pungens* 'Glauca', *Thuja occidentalis*, *Th. occidentalis* 'Columnaris'; високою: *Abies nordmanniana*, *Juniperus sabina*, *Larix decidua*, *Picea abies*, *P. abies* 'Viminalis', *Picea glauca*, *Picea omorica*, *Picea pungens* 'Viridis', *Pinus sylvestris*, *Platycladus orientalis*, *Pseudotsuga menziesii* (рис. 5).

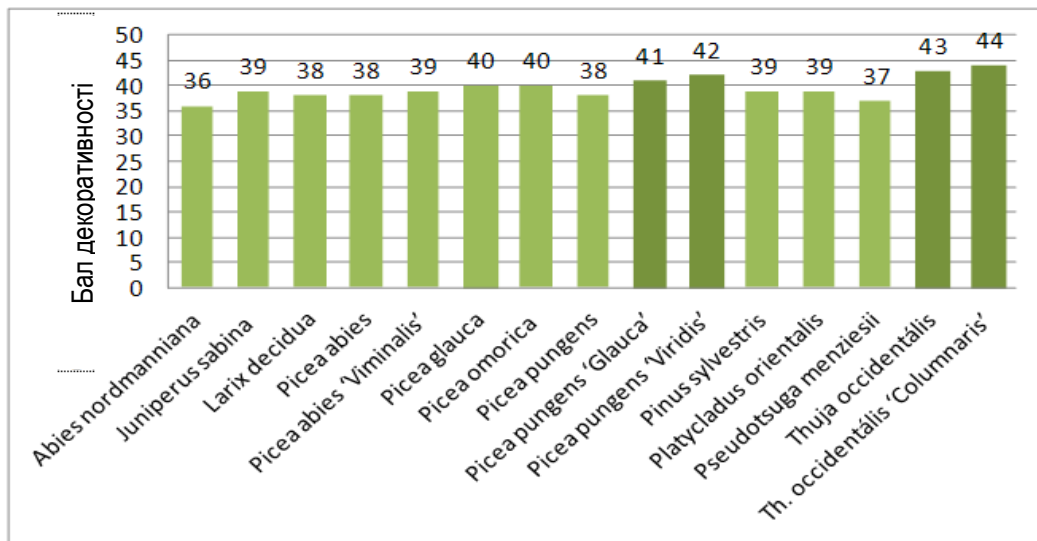


Рис. 5. Оцінка декоративності хвойних у дендрарії Сумського НАУ:

■ – висока ■ – дуже висока

Окрім цього, на території університетського містечка зростають таксони хвойних рослин з середнім і навіть низьким ступенем декоративності, але вони гармонійно вписалися у загальний ландшафт його інфраструктури. «Естетичність» і «емоційність» хвойних таксонів у ландшафті університетського містечка не менш висока, ніж їх декоративність.

Висновки

Розроблено методику щодо визначення декоративності деревних рослин відділу *Pinophyta*. Умовно розділено декоративні характеристики хвойних на дві групи: група прямо формуючих декоративність морфологічних ознак і група опосередковано впливових на декоративність показників. До першої групи належить сім ознак: архітектоніка стовбура і крони, тривалість охвоєння крони, форма крони хвойних, забарвлення хвої, рясність шишкоформування, колір шишок, аромат хвої і шишок. До групи опосередковано впливових показників віднесено три: зимостійкість, морозостійкість і пошкодження хвойних рослин.

За 5-ти бальними шкалами кожної із десяти ознак декоративності встановлюється сумарна кількість балів, на основі яких визначають ступінь декоративності хвойних рослин.

В онтогенезі хвойних рослин, на прикладі *Picea abies*, морфологічний стан видових таксонів найбільш характерно виражений на віргінільному, молодому і середньовіковому генеративних етапах, оскільки в цей період їх життєздатності окремі особини видових таксонів своїм зовнішнім виглядом, як правило, естетично позитивно і емоційно піднесено

сприймаються більшістю перехожих та спостерігачів. Ці етапи онтогенезу хвойних відзначаються досить високою чи навіть максимальною декоративністю видових таксонів.

Об'єктивно визначено послідовність розгляду впливовості морфологічних ознак і найважливіших чинників навколишнього середовища на декоративність хвойних рослин.

Запропонована методика визначення декоративності хвойних рослин універсальна і може бути застосована для будь-якого видового таксону відділу *Pinophyta* незалежно від його місцезростання.

1. Баран М. І., Барна М. М. Дослідження Голонасінних рослин міського парку імені Тараса Шевченка м. Тернополя. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2019», присвячена 80-річчю від дня народження професора О. Ф. Явоненка і 75-річчю від дня народження професора Б. В. Яковенка.* 4-5 жовт. 2019 р. Тернопіль : Вектор, 2019. С. 41–46.
2. Барна М. М. Дослідження біології цвітіння сосни кедрової (*Pinus cembra* L.) в Карпатах. *Досягнення ботанічної науки на Україні 1967–1968 рр.* Київ : Наукова думка, 1970. С. 26–27.
3. Барна М. М. Про морфогенез генеративних органів модрина європейської (*Larix decidua* Mill.). *Досягнення ботанічної науки на Україні 1969 р.* Київ : Наукова думка, 1972. С. 41–42.
4. Барна М. М. Розвиток макростробілів на щепках модрина європейської. *Досягнення ботанічної науки на Україні 1971–1973 рр.* Київ : Наукова думка, 1976. С. 187–188.
5. Барна М. М., Шанайда Н. Д., Шанайда М. І. Методичні рекомендації до навчально-польової практики з ботаніки (морфології рослин) для студентів I-го курсу (спеціальність «Біологія і хімія» та «Біологія»). Тернопіль, 1999. 65 с.
6. Барна М. М., Барна Л. С. Висвітлення декоративних властивостей деревних рослин у процесі підготовки фахівців з біології та ландшафтного дизайну. *Етнодизайн: європейський вектор розвитку і національний контекст. Кн. 1: зб. наук. праць. / редкол.: гол. ред.. М. І. Степаненко, упоряд. і відп. ред. С. А. Антонович, В. П. Титаренко та ін.* Полтава: ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2014. С. 136–138.
7. Барна М. М., Барна Л. С. Декоративна дендрологія. Рукопис. Тернопіль, 2015. 360 с.
8. Барна М. М., Барна Л. С. Дендрарій Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка та перспективи створення біблійного ботанічного саду: монографія. Тернопіль : ТОВ «Терно-граф», 2017. 320 с.: іл.
9. Барна М. М., Боберський Ю. Ю. Біологія цвітіння щеп європейської та японської модрина в умовах Українських Карпат. *Український ботанічний журнал.* Київ. 1970. Т. 27, № 3. С. 377–379.
10. Барна Н. Н. Изучение биологии цветения прививок хвойных в Карпатах. *Вторая республиканская конференция «Вопросы лесного хозяйства и агролесомелиорации». Тезисы докладов.* Харьков, 1969. С. 72–74.
11. Варданян Ж. А. Методологические аспекты оценки декоративности древесных растений. *Биологический журнал Армении.* 2017. С. 340–349.
12. Задворний К. О., Барна М. М. Дослідження дендрофлори гідропарку «Топільче» м. Тернополя. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2019», присвячена 80-річчю від дня народження професора О. Ф. Явоненка і 75-річчю від дня народження професора Б. В. Яковенка.* 4-5 жовт. 2019 р. Тернопіль: Вектор, 2019. С. 123–127.
13. Зальвская О. С., Бабич Н. А. Шкала комплексной оценки декоративности деревьев и кустарников в городских условиях на севере. *Вестник ПГТУ.* 2012. С. 96–105.
14. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія. Київ : Вища школа, 2003. 199 с.
15. Керкуш Н. В., Барна М. М. Дендрофлора внутрішнього рекреаційного дворука ТНПУ імені Володимира Гнатюка. *Всеукраїнська науково-практична конференція «Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2019», присвячена 80-річчю від дня народження професора О. Ф. Явоненка і 75-річчю від дня народження професора Б. В. Яковенка.* 4-5 жовт. 2019 р. Тернопіль: Вектор, 2019. С. 134–138.
16. Коваленко І. М. Лісова екологія з основами лісовідновлення та лісорозведення: підручник. Суми : ПФ «Видавництво «Університетська книга», 2018. 240 с.
17. Колесников А. И. Декоративная дендрология. Москва : Изд-во. «Лесная промышленность», 1974. 703 с.
18. Кохановський В. М. Декоративна дендрологія. Практикум. Частина I. Навч. посіб. Суми : «Сумський національний аграрний університет», 2013. 267 с.
19. Кохановський В. М., Коваленко І. М. Декоративна дендрологія. Практикум. Частина II. Навч. посіб. Суми : «Сумський національний аграрний університет», 2013. 284 с.
- 32 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2020, № 1–2 (79)

20. Кохановський В. М. Кияницький лісопарк. *Заповідні скарби Сумщини* / під заг. ред. д.б.н. Т. Л. Андрієнко. Суми : Видавництво «Джерело», 2001. С. 171–173.
21. Кохановський В. М. Сумський парк. *Заповідні скарби Сумщини* / під заг. ред. д.б.н. Т. Л. Андрієнко. Суми : Видавництво «Джерело», 2001. С. 170–171.
22. Кохановський В. М. Тростянецький лісопарк. *Заповідні скарби Сумщини* / під заг. ред. д.б.н. Т. Л. Андрієнко. Суми : Видавництво «Джерело», 2001. С. 167–170
23. Кохановський В. М., Мельник Т. І., Коваленко І. М., Мельник А. В. Комплексна оцінка декоративності голонасінних рослин. *Декоративна дендрологія: навчальний посібник*. Суми: ФОП Цьома С. П., 2019. 263 с.
24. Маккалістер Рой. Все о растениях в легендах и мифах. СПб:ООО СЗЭО «Кристал», 2007. 192 с., ил.
25. Мельник Т. І., Батюк А. А. Сучасний стан деревно-чагарникової рослинності меморіальних скверів Кіровського мікрорайону м. Суми. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія*. 2012. Вип. 2. С. 27–32.
26. Мельник Т. І., Мельник А. В. Видовий склад і кількісна участь деревних порід у вуличних насадженнях міста Суми. *Науковий вісник НУБІП України. Сер. : Лісівництво та декоративне садівництво*. 2013. Вип. 187 (3). – С. 45–55.
27. Мельник Т. І. Стан вуличних насаджень центральної частини м. Суми. *Вісник Сумського аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія*. 2015. Вип. 9. С. 219–224.
28. Мельник Т. І., Мельник А. В. Типизация видов и форм рода *Juniperus* L. и использование их в фитодизайне. *Вісник Сумського аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія*. 2014. Вип. 9. С. 10–13.
29. Мельник Т. І., Жемчужин В. Ю., Чигринцев В. П. Туя та її декоративні форми у садово-паркових насадженнях студентського містечка Сумського НАУ. *Вісник Сумського аграрного університету. Серія : Агрономія і біологія*. 2012. Вип. 12. С. 10–13.
30. Поляков А. К., Сулова Е. П. Хвойные на югостоке Украины. Донецк: Издательство «НОРД – ПРЕСС», 2004. 196 с.
31. Похла Л. С. Народні знання та уявлення українців про природу: навчальний курс для 7 класу. Київ, 1992. 80 с.
32. Рунова Е. М., Гнаткович П. С. Оценка декоративности древесно-кустарниковых интродуцентов частных садов города Братска. *Системы. Методы. Технологии*. 2014. С. 136–140.
33. Советский энциклопедический словарь / науч.-ред. совет А. М. Прохоров (председатель), М. С. Гиляров; Е. М. Жуков, Н. Н. Иноземцев и др. Москва : Изд-во «Советская энциклопедия», 1980. 1600 с., ил.
34. Хессайон Д. Г. Все о декоративных деревьях и кустарниках. Москва : Кладезь-Букс, 2001. 128 с.: ил.
35. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
36. Amann Gottfried. Bäume und Sträucher des Waldes. München : Neumann Verlag, 1965. 232 S.: il.
37. Roger Phillips. Trees in Britain Europe and North America. London: Macmillan, 1978. 224 P.: il.
38. Svoboda Pravdomil. Lesní dřeviny a jejich porosty. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955. Čast II. 574 S.
39. Větvicka V., Matousova V. Stromy a kry,. Praha : Priroda, 1984. 311 S.

References

1. Baran M. I., Barna M. M. Doslidzhennia Holonasinnykh roslyn miskoho parku imeni Tarasa Shevchenka m. Ternopolia. Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia «Ternopilski biolohichni chytannia – Ternopil Bioscience – 2019», prysviachena 80-richchiu vid dnia narodzhennia profesora O. F. Yavonenka i 75-richchiu vid dnia narodzhennia profesora B. V. Yakovenka. Ternopil, 4–5 zhovt. 2019 r. Ternopil : Vektor, 2019. S. 41–46. [in Ukrainian]
2. Barna M. M. Doslidzhennia biolohii tsvitinnia sosny kedrovoi (*Pinus cembra* L.) v Karpatakh. Dosiahnennia botanichnoi nauky na Ukraini 1967–1968 rr. Kyiv : Naukova dumka, 1970. S. 26–27. [in Ukrainian]
3. Barna M. M. Pro morfohenez heneratyvnykh orhaniv modryny yevropeiskoi (*Larix decidua* Mill.). Dosiahnennia botanichnoi nauky na Ukraini 1969 r. Kyiv : Naukova dumka, 1972. S. 41–42. [in Ukrainian]
4. Barna M. M. Rozvytok makrostobiliv na shchepak modryny yevropeiskoi. Dosiahnennia botanichnoi nauky na Ukraini 1971–1973 rr. Kyiv : Naukova dumka, 1976. S.187–188. [in Ukrainian]
5. Barna M. M. Shanaida N. D., Shanaida M. I. Metodychni rekomendatsii do navchalno-polovoi praktyky z botaniky (morfolohii roslyn) dlia studentiv I–ho kursu (spetsialnist «Biolohiia i khimiia» ta «Biolohiia»). Ternopil, 1999. 65 s. [in Ukrainian]
6. Barna M. M., Barna L. S. Vysvitlennia dekoratyvnykh vlastyvostei derevnykh roslyn u protsesi pidhotovky fakhivtsiv z biolohii ta landshaftnoho dyzainu. Etnodyzain: yevropeyskyi vektor rozvytku i natsionalnyi

- kontekst. Kn. 1: zb. nauk. prats. / redkol.: hol. red.. M. I. Stepanenko, uporiad. i vidp. red. Ye. A. Antonovych, V. P. Tytarenko ta in. Poltava: PNU imeni V. H. Korolenka, 2014. S. 136–138. [in Ukrainian]
7. Barna M. M., Barna L. S. Dekorativna dendrolohiia. Rukopys. Ternopil, 2015. 360 s. [in Ukrainian]
 8. Barna M. M., Barna L. S. Dendrii Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka ta perspektyvy stvorennia bibliinoho botanichnoho sadu: monohrafiia. Ternopil : TOV «Terno-hraf», 2017. 320 s.: il. [in Ukrainian]
 9. Barna M. M., Boberskyi Yu. Yu. Biolohiia tsvitinnia shchep yevropeiskoi ta yaponskoi modryny v umovakh Ukrainykh Karpat. Ukrainyky botanichnyi zhurnal. Kyiv. 1970. T. 27, № 3. S. 377–379. [in Ukrainian]
 10. Barna N. N. Izuchenie biologii cvetenija privivok hvoynih v Karpatah. Vtoraja respublikanskaja konferencija «Voprosy lesnogo hozjajstva i agrolesomelioracii». Tezisy dokladov. Har'kov, 1969. S. 72–74.
 11. Vardanjan Zh. A. Metodologicheskie aspekty ocenki dekorativnosti drevesnyh rastenij. Biologicheskij zhurnal Armenii. 2017. S. 340–349. [in Russian]
 12. Zadvornyi K. O., Barna M. M. Doslidzhennia dendroflory hidroparku «Topilche» m. Ternopolia. Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia «Ternopilski biolohichni chytannia – Ternopil Bioscience – 2019», prysviachena 80-richchiu vid dnia narodzhennia profesora O. F. Yavonenka i 75-richchiu vid dnia narodzhennia profesora B. V. Yakovenka. Ternopil, 4-5 zhovt. 2019 r. Ternopil: Vektor, 2019. S. 123–127. [in Ukrainian]
 13. Zalyvska O. S., Babich N. A. Shkala kompleksnoj ocenki dekorativnosti derev'ev i kustarnikov v gorodskih uslovijah na severe. Vestnik PGU. 2012. S. 96–105. [in Russian]
 14. Kalinichenko O. A. Dekorativna dendrolohiia navch. Kyiv : Vyshcha shkola, 2003. 199 s. [in Ukrainian]
 15. Kerkush N. V., Barna M. M. Dendroflora vnutrishnoho rekreatsiinoho dvoryka TNPU imeni Volodymyra Hnatiuka. Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia «Ternopilski biolohichni chytannia – Ternopil Bioscience – 2019», prysviachena 80-richchiu vid dnia narodzhennia profesora O. F. Yavonenka i 75-richchiu vid dnia narodzhennia profesora B. V. Yakovenka. Ternopil, 4-5 zhovt. 2019 r. Ternopil: Vektor, 2019. S. 134–138. [in Ukrainian]
 16. Kovalenko I. M. Lisova ekolohiia z osnovamy lisovidnovlennia ta lisorozvedennia: pidruchnyk. Sumy : PF «Vydavnytstvo «Universytetska knyha». 2018. 240 s. [in Ukrainian]
 17. Kolesnikov A. I. Dekorativnaja dendrologija. Moskva : Izd-vo. «Lesnaja promyshlennost'», 1974. 703 s. [in Russian]
 18. Kokhanovskiy V. M. Dekorativna dendrolohiia. Praktykum. Chastyna I. Navch. posib. Sumy : «Sumskiy natsionalnyi ahrarniy universytet», 2013. 267 s. [in Ukrainian]
 19. Kokhanovskiy V. M., Kovalenko I. M. Dekorativna dendrolohiia. Praktykum. Chastyna II. Navch. posib. Sumy : «Sumskiy natsionalnyi ahrarniy universytet», 2013. 284 s. [in Ukrainian]
 20. Kokhanovskiy V. M. Kyianytskyi lisopark. // Zapovidni skarby Sumshchyny. Pid zahalnoiu redaktsiieiu d.b.n. T. L. Andriienko. Sumy : Vydavnytstvo «Dzherelo», 2001. S. 171–173. [in Ukrainian]
 21. Kokhanovskiy V. M. Sumskiy park. // Zapovidni skarby Sumshchyny. Pid zahalnoiu redaktsiieiu d.b.n. T. L. Andriienko. Sumy : Vydavnytstvo «Dzherelo», 2001. S. 170–171. [in Ukrainian]
 22. Kokhanovskiy V. M. Trostianetskyi lisopark. // Zapovidni skarby Sumshchyny. Pid zahalnoiu redaktsiieiu d.b.n. T. L. Andriienko. Sumy : Vydavnytstvo «Dzherelo», 2001. S. 167–170. [in Ukrainian]
 23. Kokhanovskiy V. M., Melnyk T. I., Kovalenko I. M., Melnyk A. V. Kompleksna otsinka dekorativnosti holonasynnykh roslyn. Dekorativna dendrolohiia. Navchalnyi posibnyk. Sumy: FOP Tsoma S. P. 2019. 263 s. [in Ukrainian]
 24. Makkalister Roj. Vsjo o rastenijah v legendah i mifah. SPb:OOO SZJeO «Kristal», 2007. 192 s., il. [in Russian]
 25. Melnyk T. I., Batiuk A. A. Suchasnyi stan derevno-chaharnykovoї roslynnosti memorialnykh skveriv Kirovskoho mikroraiou m. Sumy. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii : Ahronomiia i biolohiia. 2012. Vyp. 2. S. 27–32. [in Ukrainian]
 26. Melnyk T. I., Melnyk A. V. Vydovyi sklad i kilkysna uchast derevnykh porid u vulychnykh nasadzheniakh mista Sumy. Naukovyi visnyk NUBIP Ukrainy. Ser. : Lisivnytstvo ta dekorativne sadivnytstvo, 2013. Vyp. 187 (3). – S. 45–55. [in Ukrainian]
 27. Melnyk T. I. Stan vulychnykh nasadzheniakh tsentralnoi chastyny m. Sumy. Visnyk Sumskoho ahrarnoho universytetu. Serii : Ahronomiia i biolohiia, 2015. Vyp. 9. S. 219–224. [in Ukrainian]
 28. Mel'nik T. I., Mel'nik A. V. Tipizacija vidov i form roda Juniperus L. i ispol'zovanie ih v fitocenodizajne. Visnyk Sumskoho agrarnoho universytetu. Serija : Agronomija i biologija, 2014. Vip. 9. S. 10–13. [in Russian]
 29. Melnyk T. I., Zhemchuzhyn V. Yu., Chyhrnets V. P. Tuia ta yii dekorativni formy u sadovo-parkovykh nasadzheniakh studentskoho mistechka Sumskoho NAU. Visnyk Sumskoho ahrarnoho universytetu. Serii : Ahronomiia i biolohiia. 2012. Vyp. 12. S. 10–13. [in Ukrainian]

30. Poljakov A. K., Suslova E. P. Hvojnye na jugovostoke Ukrainy. Doneck: Izdatel'stvo «NORD – PRESS». 2004. 196 s. [in Russian]
31. Pokhyla L. S. Narodni znannia ta uiavlennia ukrainsiv pro pryrodu: navchalnyi kurs dlia 7 klasu. Kyiv, 1992. 80 s. [in Ukrainian]
32. Runova E. M., Gnatkovich P. S. Ocenka dekorativnosti drevesno-kustarnikovyh introducentov chastnyh sadov goroda Bratska. Sistemy. Metody. Tehnologii. 2014. S. 136–140. [in Russian]
33. Sovetskij jenciklopedicheskij slovar' / Nauch.-red sovet A. M. Prohorov (predsedatel'), M. S. Giljarov; E. M. Zhukov, N. N. Inozemcev i dr. Moskva : Izd-vo «Sovetskaja jenciklopedija», 1980. 1600 s., il. [in Russian]
34. Hessajon D. G. Vse o dekorativnyh derev'jah i kustarnikah. Moskva : Kladez'-Buks, 2001. 128 s.: il. [in Russian]
35. Chervona knyha Ukrainy. Roslynni svit / za red. Ya. P. Didukha. Kyiv : Hlobalkonsal'tynh, 2009. 900 s. [in Ukrainian]
36. Amann Gottfried. Bäume und Sträucher des Waldes. München : Neumann Verlag, 1965. 232 S.: il.
37. Roger Phillips. Trees in Britain Europe and North America. London: Macmillan, 1978. 224 P.: il.
38. Svoboda Pravdomil. Lesní dřeviny a jejich porosty. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955. Část II. 574 S.
39. Větvicka V., Matousova V. Stromy a kry., Praha : Priroda, 1984. 311 S.

¹V. M. Kokhanovsky, ²M. M. Barna, ²L. S. Barna, ¹T. I. Melnyk

¹Sumy National Agrarian University, Ukraine

²Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

METHODOLOGICAL ASPECTS OF EVALUATION OF ORNAMENTAL WOODY PLANTS OF THE *PINOPHYTA* DIVISION ACCORDING TO THE COMPLEX OF MORPHOLOGICAL SIGNS AND SIGNS OF VITALITY

A new methodology for determination of the ornamental value of woody plants of the *Pinophyta* division is developed. According to their decorative features, gymnosperms may be divided into two groups: the group of morphological features directly forming the decorativeness of coniferous plants and the group of features which indirectly influences the decorativeness of plants. The first group includes seven characteristics: architectonics of the stem and crown, crown shape, length of queenie crown, color of the needles, a profusion of discoverproven, cones color, the aroma of pine needles and cones. To the second group belong: winter hardiness, frost resistance and damaging of the coniferous plants.

The 5-point scale has been developed for each of the ten characteristics of ornamental conifers. The total sum of which determines the degree of decoration of the species of *Pinophyta* division.

In ontogeny of conifers by the example of *Picea abies* (L.) Karst., landscape architecture, design and the art of gardening can fully satisfy the morphological condition of the coniferous at the early, young and middle-aged generative stages. In this period the viability of individual species as its external condition (external view), as a rule, aesthetically and emotionally sublime positively perceived by the majority of passers-by or observers. These stages of ontogenesis conifers are characterized by rather high or even maximum decorative value.

The aspect of coloring of the morphogenesis of needles, micro - and macrostrobili conifers by the example of *Picea abies* (L.) Karst. and *Pinus sylvestris* L. had been considered.

The suggested method of determining the decorative coniferous plants is universal and can be applied to any species of Taxon of *Pinophyta* division regardless of its habitat.

Key words: arboretums, landscape design, gardening, agriculture, the scale of assessment of decorative coniferous plants, *Pinophyta*.

Надійшла 29.04.2020.

ЗООЛОГІЯ

УДК 597.851

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.4

О. В. ПАЛАМАРЕНКО

Національний лісотехнічний університет України
вул. Генерала Чупринки, 103, Львів, 79057
e-mail: olgapal1982@gmail.com

ЗМЕНШЕННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ТРАВ'ЯНОЇ ЖАБИ (*RANA TEMPORARIA*) ЯК ПОКАЗНИК НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЛОКАЛЬНОЇ ЕКОСИСТЕМИ

Встановлено зменшення чисельності трав'яної жаби (*Rana temporaria*) усіх вікових груп в умовах Липниківського лісництва Державного підприємства «Львівське лісове господарство». У період з 2005 по 2019 рік поширення виду не зазнало змін, проте чисельність дуже суттєво знизилася. Якщо раніше налічувалося до 16 екз./км, то протягом чотирьох останніх років чисельність знизилася і становила 0,1 екз./км у типовому для виду біотопі. Тривалі спостереження за розмноженням тварин дозволили встановити один із найвагоміших чинників, що призвів до різкого скорочення чисельності, а саме – деградацію водойм-нерестилищ. Розростання населених пунктів і збільшення чисельності мешканців у даній місцевості Львівської області спричинило збільшення об'єму викидів каналізаційних стоків до водойм, тому масова зимівля трав'яних жаб на їх дні стала практично неможливою через суттєве зниження рівня кисню. Пересихання раніше стабільних нерестилищ навесні змушує статевозрілих особин здійснювати вимушені міграції у пошуках придатних місць для відкладання ікри. У 2019 році було встановлено факт загибелі кладок ікри у різних місцях лісництва. Таким чином нами отримані важливі дані за тривалий період досліджень та сформувано прогноз на майбутнє для місцевої популяції. Вважаємо, що трав'яна жаба, яка раніше була дуже багаточисельною у межах Липниківського лісництва, надалі опиниться на межі зникнення.

Ключові слова: амфібії, популяція, водойми-нерестилища, загибель, прогноз.

Серед амфібій, які населяють рівнинні та гірські ліси Львівщини, максимально поширеною є трав'яна жаба (*R. temporaria*). Це один із найчисельніших і широко розповсюджених видів земноводних у всіх європейських регіонах. В Україні її поширення пов'язане із лісовими екосистемами та охоплює більшу частину північних, західних і східних регіонів, майже повністю виключаючи степову зону [3, 4, 6, 7]. Цей вид безхвостих земноводних у батрахокомплексах Львівщини часто є домінантним. Сприяють цьому екологічна пластичність виду, високий показник лісистості, хвилястий рельєф, наявність достатньої кількості водойм-нерестилищ, багата кормова база, ряд інших чинників. Однак, згідно прогнозів спеціалістів [5] та наших досліджень [3, 7], ситуація із чисельністю і поширенням бурих жаб та інших амфібій у лісах західного регіону України, у тому числі і Львівщини, у найближчому майбутньому може суттєво погіршитися.

Мета роботи – встановити зміни в популяції трав'яної жаби, які відбулися впродовж останніх 14 років в межах Липниківського лісництва. Завдання – визначити специфіку

поширення виду, встановити чисельність, успішність розмноження та спрогнозувати майбутнє популяції. Об'єкт досліджень – популяція трав'яної жаби. Предмет досліджень – чисельність, поширення, нерестилища, а також чинники, які впливають на ці характеристики популяції жаб.

Матеріал і методи досліджень

Основою для публікації стали власні польові дослідження, які проведені впродовж 2005–2019 років. Обліки й спостереження здійснені в околицях сіл Солонка, Ков'ярі, Липники, Деревач, Загір'я, Кугаїв, Підтемне, Раковець. Чисельність встановлювали маршрутним способом [2]. Дані збирали як у межах постійних маршрутів, так і на інших ділянках лісу, берегових лініях водойм, зрубах, луках, агроценозах, у межах населених пунктів.

Актуальність досліджень обумовлена стрімкою розбудовою та розвитком інфраструктури в південній околиці Львова. Протягом декількох останніх років зафіксовано суттєвий зріст кількості населення в Пустомитівському районі Львівської області. Окрім того, у районі досліджень мають місце інші несприятливі чинники середовища, які прямо чи опосередковано впливають на локальні популяції земноводних.

На території Липниківського лісництва батрахологічні маршрутні обліки та спостереження започатковано у 2005 році. Типи лісу, у яких проведені спостереження та підрахунки чисельності жаб: волога дубово-грабова бучина, волога букова діброва, волога грабова діброва, свіжа дубово-грабова бучина, волога грабово-дубова бучина, волога грабова судіброва. Вік деревостану – 45–150 років. Також обліки проведені на зрубах. Склад деревостану найкраще представлено такими видами, як граб звичайний, клен гостролистий, дуб звичайний, бук лісовий, явір, модрина європейська, вільха чорна, осика, береза повисла, береза пухнаста, сосна звичайна, ялина європейська. Підлісок представлений ліщиною, крушиною ламкою, бузиною чорною. Густий надґрунтовий покрив та захаращення значних за площею ділянок лісу гілками, стовбурами повалених дерев, забезпечують жаб оптимальними умовами – тут багата кормова база, високий показник вологи, багато сховищ.

Дослідження проведені в різних локаціях. Локація № 1 (рис. 1) – це невеликий ставок, оточений дамбою та пагорбами з лісовою рослинністю. Русло річки-витоку, позначеної на мапі, протягом декількох останніх років практично не наповнюється водою. Ложе ставка заповнюється водою лише після закінчення зими і танення снігу та у період тривалих дощів. Ще декілька років тому ставок був заселений рибою. Водойма у локації № 2 (рис. 1) розташована в області екотону, на узбіччі автомобільної дороги, займає площу понад 50 м², повністю не пересихає.

Результати досліджень та їх обговорення

Встановлено, що трав'яна жаба поширена по всій території лісництва, включаючи заповідний об'єкт – Ландшафтний заказник місцевого значення «Липниківський». Активних жаб виявляли з березня по жовтень, а в окремі роки – до грудня включно. Станом на 2019 рік трав'яних жаб ми реєстрували значно рідше, проте у тих же біотопах, що й понад 10 років тому.

У 2005–2007 роках було проведено 63 обліки. Середня чисельність на 100 м маршруту становила $1,63 \pm 0,37$ особин. У 2016–2019 роках проведено 21 облік. Чисельність у наземних біотопах становить $0,01 \pm 0,03$ особин на 100 м маршруту.

На рисунку 1 вказані місця, де протягом багатьох попередніх років успішно завершувався нерест бурих жаб і відбувався масовий вихід молодих особин (тисячі жаб) після завершення метаморфозу (фото 1).

Досліджені у Липниківському лісництві нерестові водойми трав'яної жаби належать до басейну Дністра (річок Зубра, Щирка). Серед них є як невеликі ефемерні водойми, так і великі ставки. Для розмноження статевозрілі особини обирають мілководні ділянки, які добре прогріваються сонцем.

Восени, до настання заморозків, першими залягають у зимувальні ями на дні ставків дорослі особини. У той же час значна частка молодих земноводних збираються поблизу водойм. Протягом 2005–2010 років восени десятки особин потрапляли у антропогенні пастки в межах очисних споруд, що розташовані поблизу с. Липники. У цей же час ми виявляли

земноводних у технічних колодязях водопроводу, що пролягає від с. Поршна в напрямку до Львова. У 2015–2019 роках в подібних антропогенних пастках трав'яних жаб ми не реєстрували взагалі. Вихід земноводних із місць зимівлі відбувається переважно протягом березня у період скресання криги.

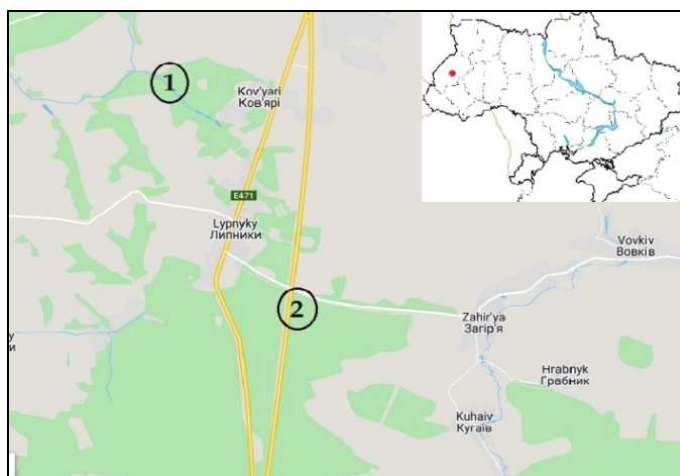


Рис. 1. Нерестові локації трав'яної жаби, у яких дослідження проведені у 2005–2019 роках.



Фото 1. Масовий нерест трав'яних жаб, 2010 рік.

Встановлено, що на наповненість водою і стабільність нерестилищ трав'яної жаби (рис. 1, локація 1) має вплив ряд чинників – атмосферні опади, товщина і стабільність снігового покриву, об'єми води, що надходять від очисних споруд, аварійні витоки води із водопроводу. У ставку, що зазнав пересихання, навесні 2009 року жаби відклали суцільним покривом ікру на площі близько 20 м² (фото 2). Відомо, що поведінка трав'яних жаб спрямована на скупчене ікрометання, коли формується своєрідний мат із ікри. Це має низку переваг для виживання молодих особин [1]. На нерестилищі у період масового ікрометання ми нараховували декілька сотень особин. На 1 м² мілководдя розміщувалося більше 10 особин жаб. У березні-квітні 2019 року ложе ставка було мало заповнене водою (фото 3) і через тривалу відсутність атмосферних опадів повністю пересихало. Однак, поодинокі самці в центральній частині такої водойми знаходили невеликі калюжі та заглибини, займали їх і активно вокалізували. Трав'яні жаби не відклали тут жодної кладки ікри. Через тривалий посушливий період вони вимушено покинули зайняту ділянку та перемістилися вище по руслу до невеликих ям, заповнених водою.

Станом на 4 квітня 2019 року нами виявлено близько 90 кладок ікри, які через зниження рівня води опинилися на суші та загинули. Таким чином у 2019 році успішно завершити метаморфоз трав'яних жабам в локації № 1 не вдалося зовсім.

У 2019 році в локації 2 (рис. 1) виявлені агрегації мертвих кладок ікри площею 1,5х1,5 м² на березі штучної водойми поблизу с. Загір'я. Водойма розташована на узбіччі дороги Липники-Загір'я, займає площу понад 50 м², повністю не пересихає. Берегова лінія і мілководдя у цій локації не забезпечують оптимальних умов для захисту, росту і розвитку потомства жаб. Дорослі особини обирають мілководні ділянки невдало. Крім того, несприятливими чинниками для розмноження жаб у цьому оселищі є змив із дороги нафтопродуктів, засміченість, суттєві коливання рівня води.

Н. Смірнов (2011) вважає, що природними причинами загибелі трав'яних жаб в умовах України є погодні флуктуації. Часто це пересихання водойм до завершення метаморфозу та раптові похолодання в період розмноження [5].

У дослідженій нами місцевості (локації 1, 2) основною причиною стрімкого зниження чисельності популяції трав'яної жаби протягом останніх декількох років є різка зміна гідрологічного режиму. Зокрема, у 2019 році нерестилища до відкладання ікри та появи пуголовків або після відкладання ікри пересихали повністю або ж критично знижувався рівень води в зоні відкладання ікри і кладки опинялися на суші. Жодна особина в такій ситуації не зуміла завершити метаморфоз.



Фото 2. Нерестилище з масовими кладками ікри трав'яної жаби (локація 1, 2010 рік).



Фото 3. Нерестилище без кладок ікри трав'яної жаби (локація 1, 2019 рік).

Тривалий період спостерігаючи за місцевою популяцією трав'яної жаби, нам вдалося встановити основні лімітуючі чинники. Найвагоміші причини скорочення чисельності трав'яної жаби у Липниківському лісництві – пересихання нерестилищ у період розмноження, суттєве забруднення зимувальних водойм, у тому числі каналізаційними стоками (локація 1), епізодичне винищення ікри та дорослих особин людиною, загибель на дорогах під час міграцій (локація 2, околиці сіл Загір'я, Раковець, Липники, інші ділянки), антропогенні пастки.

Батрахолог А. П. Кутенков (2017) зазначає, що поширення популяції трав'яної жаби пов'язане із ландшафтними урочищами, для яких характерний мікро- чи мезорельєф. Гідрографічна мережа може бути добре розвинутою чи примітивною, але наявність невеликих постійних і тимчасових водотоків та протічних озер обов'язкова: непромерзаючі, насичені киснем зимувальні водойми визначають сам факт присутності даного виду в тій чи іншій місцевості. Поширенню виду сприяє лісова рослинність [1].

Отже, виходячи із власних спостережень та викладених вище даних, можемо констатувати наявність ряду негативних змін, які стосуються існування локальної популяції трав'яної жаби.

Висновки

З 2005 року по 2019 рік поширення трав'яної жаби в межах Липниківського лісництва не зазнало змін. Протягом останніх декількох років поодинокі представники різних вікових груп почали траплятися спорадично.

Чисельність жаб у 2016–2019 роках становила 0,1 екз./км маршруту, а у 2005–2007 роках вона сягала до 16 екз./км. Успішність розмноження амфібій знизилася до 100% (для деяких локацій) через нестабільність рівня води у нерестилищах. Станом на 2019 рік у локації № 1 Липниківського лісництва та на прилеглих територіях вид можна вважати зникаючим.

У майбутньому досліджений вид амфібій, який ще на початку ХХІ століття був масовим, очевидно, ще більше потерпає від комплексу несприятливих чинників (пересихання водойм, погіршення якості води, деградації місць зимівлі), які тут мають місце та опиняться на межі зникнення.

1. Кутенков А. П. Пространственно-экологическая дивергенция травяной (*Rana temporaria*) и остромордой (*R. arvalis*) лягушек в пределах их ареалов. *Принципы экологии*. 2017. № 1. С. 15–16.
2. Лада Г. А. Методы исследования земноводных. Тамбов, 1999. 75 с.
3. Паламаренко О. В. Деградація нерестилищ жаби трав'яної (*Rana temporaria*) та ропухи звичайної (*Bufo bufo*), як основна причина локального скорочення їх чисельності в Липниківському лісництві ДП «Львівліс». *Тернопільські біол. читання – Ternopil Bioscience – 2019: матер. Всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 80-річчю від дня народж. д.б.н., проф. Явоненка О. Ф. та 75-річчю від дня народж. д.б.н., проф. Яковенка Б.В.* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. Тернопільські біол. читання. м. Тернопіль, 4–5 листоп. 2019 р. Тернопіль, 2019. С. 238–241.
4. Писанец Е. М. Фауна амфибий Украины: вопросы разнообразия и таксономии. *Зб. праць зоологічного музею*. 2006. № 38. С. 53–55.
5. Смірнов Н. А. Земноводні Передкарпаття та Зовнішніх Карпат: видовий склад, поширення, мінливість та деякі аспекти екології: автореф. дис. ... канд. біол. наук. Київ, 2015. С. 14–15.
6. Федонюк О. В. Земноводні та плазуни лісів Львівщини. *Науковий Вісн. УкрДЛТУ: Заповідна справа в Галичині на Поділлі та Волині*. 2004. № 14.8. С. 386–392.
7. Федонюк О. В. Особливості мінімізації антропогенного впливу на фауну земноводних та плазунів в умовах Західної України. *Вісн. Львівського університету. Серія біологічна*. 2013. № 63. С. 115–118.

References

1. Kutenkov A. P. Prostranstvenno-jekologicheskaja divergencija travjanoj (*Rana temporaria*) i ostromordoj (*R. arvalis*) l'jagushek v predelah ih arealov. *Principy jekologii*. 2017. № 1. S. 15–16. [in Russian]
2. Lada G. A. Metody issledovanija zemnovodnyh. Tambov, 1999. 75 s. [in Russian]
3. Palamarenko O. V. Dehradatsiia nerestylyshch zhaby travianoj (*Rana temporaria*) ta ropukhy zvychainoi (*Bufo bufo*), yak osnovna prychna lokalnoho skorochennia yikh chyselnosti v Lypnykivskomu lisnytstvi DP «Lvivlis». *Ternopilski biol. chytannia – Ternopil Bioscience – 2019: mater. Vseukr. nauk.-prakt. konf.*,

- prysviach. 80-richchiu vid dnia narodzh. d.b.n., prof. Yavonenka O. F. ta 75-richchiu vid dnia narodzh. d.b.n., prof. Yakovenka B.V. : materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. Ternopilski biol. chytannia. m. Ternopil, 4–5 lystop. 2019 r. Ternopil, 2019. C. 238–241. [in Ukrainian]
4. Pisanec E. M. Fauna amfibij Ukrainy: voprosy raznoobrazija i taksonomii. Zb. prac' zoologichnogo muzeju. 2006. № 38. S. 53–55. [in Russian]
 5. Smirnov N. A. Zemnovodni Peredkarpattia ta Zovnishnikh Karpat: vydovyi sklad, poshyrennia, minlyvist ta deiaiki aspekty ekolohii: avtoref. dys. ... kand. biol. nauk. Kyiv, 2015. S. 14–15. [in Ukrainian]
 6. Fedoniuk O. V. Zemnovodni ta plazuny lisiv Lvivshchyny. Naukovyi Visn. UkrDLTU: Zapovidna sprava v Halychyni na Podilli ta Volyni. 2004. № 14.8. S. 386–392. [in Ukrainian]
 7. Fedoniuk O. V. Osoblyvosti minimizatsii antropohennoho vplyvu na faunu zemnovodnykh ta plazuniv v umovakh Zakhidnoi Ukrainy. Visn. Lvivskoho universytetu. Serii biologichna. 2013. № 63. S.115–118. [in Ukrainian]

O. V. Palamarenko

Ukrainian National University of Forestry, Ukraine

DECREASE IN NUMBER OF THE COMMON FROG (*RANA TEMPORARIA*) AS AN INDICATOR OF LOCAL ECOSYSTEM INSTABILITY

In the 21st century, the existence of many species of amphibians on our planet has become quite problematic due to a number of adverse environmental factors of both natural and anthropogenic origin. Amphibian fauna in Ukraine is not an exception. By conducting a series of field studies and observations, the author has established changes that occurred in the population of the grass frog (*Rana temporaria*) in the territory of the Lypnyky Forestry of the State Enterprise "Lvivlis". From 2005 to 2019 a number of field studies were conducted and the fact of a sharp decrease in the number of this species was established. During 2005-2009, the number of frogs reached 16 individuals per 1,000 m route. In the last few years, the number is 0.1 individuals per 1000 m of route. The drying up of reservoirs in which amphibians lay eggs spawned a reason for the low success of young frogs after the metamorphosis. First of all, we are talking about large, previously stable reservoirs and, to a lesser extent, ephemeral forest puddles. Over the last 5-7 years, the number of inhabitants has increased significantly in the study area. We are talking about the villages of Solonka, Lypnyky, Kovyri and others located near the forest. Thus, due to the rise of population, the volume of sewage drains also increased. This is a major cause of pollution and degradation of wintering frogs. Due to the low level of oxygen in local ponds, it has become virtually impossible for amphibians to winter. In 2019, due to the drought, we determined the death of caviar laying in different places of the Lypnyky forest. In one of the locations where thousands of frogs metamorphosis successfully completed ten years ago, spawning of single individuals occurred with complete loss of eggs. Therefore, we have obtained and summarized valuable data for a long period of research, formed a prediction for the population of herb frogs for the future. We believe that once numerous species in the Lypnyky forest, in the next few years will be on the verge of extinction, in some forest quarters completely cease to occur. The instability of the local ecosystem prevents the successful existence of amphibians, which requires two environments in the life cycle - terrestrial for spring and autumn habitat and aquatic for reproduction and wintering.

Key words: amphibians, population, spawning ponds, death, forecast.

Надійшла 25.03.2020.

В. Л. ШЕВЧЕНКО, Т. М. ЖИЛІНА

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка

вул. Г. Полуботка, 53, Чернігів, 14000

e-mail: zhylinat@ukr.net

ФІТОПАРАЗИТИЧНІ НЕМАТОДИ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ (У МЕЖАХ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Дослідження присвячене вивченню видового складу, частоти трапляння, чисельності фітогельмінтів в угрупованнях ґрунтових нематод природних екосистем Лівобережного Полісся (у межах Чернігівської області). Виявлено 17 видів, з яких 11 (64,7 % списку) належать до ряду Tylenchida, 4 (23,5 %) – до ряду Triplonchida, 2 (11,8 %) – до ряду Dorylaimida. *Gracilacus audriellus*, *Helicotylenchus dihystra* та *Tylenchorhynchus dubius* мали найвищі показники трапляння у досліджених екосистемах (33,3 %, 33,3 % та 28,3 % відповідно). Найбільш чисельними у ґрунті природних екосистем Лівобережного Полісся були популяції *G. audriellus* та *H. dihystra* (124 та 56 особин/100 г ґрунту відповідно).

Ключові слова: фітогельмінти, нематоди, частота трапляння, чисельність, природні екосистеми, Лівобережне Полісся.

Під час нематологічних обстежень особливу увагу дослідників привертають фітогельмінти – нематоди, що є паразитами та викликають у рослин специфічні пошкодження.

У сільському господарстві фітогельмінти знижують насінневі та товарні якості рослинної продукції, з ними пов'язують випадки ґрунтоутомлення. Шкода, яку спричиняють фітопаразитичні нематоди, посилюється здатністю до поширення грибних, бактеріальних та вірусних захворювань рослин. У сучасних умовах близько четвертої частини втрат рослинної продукції від шкідливих організмів припадає на фітогельмінти [1, 5]. Оцінити збитки, які спричиняють паразитичні нематоди у природних екосистемах, доволі складно.

На території Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся лісові та лучні природні екосистеми є пануючими. В останні роки їхні площі дещо збільшуються внаслідок переведення орних угідь у ранг природних [7]. Вивчення структури нематодокомплексів, еко-трофічного групування нематод в непорушених екосистемах є актуальним, оскільки отримані дані можуть бути використані як еталон стану норми в природних екосистемах [4]. Дані про чисельність та поширення паразитичних нематод є невід'ємною складовою проведення санітарної, екологічної та моніторингової оцінки стану природних екосистем.

Мета дослідження: отримати дані щодо видового складу фітогельмінтів, частоти трапляння та чисельності в угрупованнях ґрунтових фітонематод природних екосистем Лівобережного Полісся (у межах Чернігівської області).

Матеріал і методи досліджень

Еколого-фауністичні дослідження фітонематод ґрунту лісових та лучних екосистем проводили у 2011–2016 роках на території Лівобережного Полісся у межах Чернігівської області. Зразки ґрунту відбирали маршрутним методом у Чернігівському (гідрологічний заказник «Петрове», урочище «Бобровиця», регіональний ландшафтний парк «Ялівщина», околиці сел Кувечичі, Брусилів, Количівка), Городнянському (заповідне урочище «Гніздищанська дача», ботанічний заказник «Тупичевська дача», околиці села Невкля), Козелецькому (регіональний ландшафтний парк «Міжрічинський», околиці сіл Браниця, Чемер, Берлози), Коропському (Мезинський національний природний парк (МНПП)), Менському (лісовий заказник «Бігацький ліс», околиці села Блισταва), Ріпкинському (околиці села Радуть), Сосницькому (околиці села Спаське), Семенівському (Радомське, Орликівське, Семенівське, Блешнянське лісництва, урочище «Базарна роща»), Щорському (околиці сел Шишка, Сосняки) та Новгород-Сіверському (околиці сел Рудня,

Доростовичі) районах у лісових екосистемах та у Чернігівському (заплава Сноу), Ріпкинському (заплава Дніпра, околиці с. Радуль) та Коропському (заплава Десни, територія МНПП) районах у лучних екосистемах. Усього обстежено 46 лісових та 14 лучних екосистем.

У природних екосистемах на ділянці 10 м² робили 10 відборів ґрунту (на глибину до 20 см), формували середній зразок. Виділення нематод проводили загально визнаним лійковим методом Бермана з наважки 20 г. Експозиція становила 48 год., після чого нематод фіксували ТАФом (триетаноламін+формалін+вода у співвідношенні 2:7:91). Тимчасові мікропрепарати виготовляли за методикою Кірьянової [2]. Якщо в пробі було менше 100 нематод, усі особини переносили на предметне скло в краплю водно-гліцеринової суміші з синькою. Якщо нематод у пробі було більше 100, для визначення відбирали підряд 100 особин, інших перераховували.

Визначення видового складу нематод проводили за допомогою вітчизняних та іноземних визначників [2, 3, 9], використовували біологічний мікроскоп Delta Optical Genetic Pro. Перерахунок чисельності здійснювали на 100 г абсолютно сухого субстрату.

Таксономічна структура нематод наведена у відповідності до «Freshwater nematodes: ecology and taxonomy» [8], але в ранзі ряду залишили таксон Tylenchida.

Результати досліджень та їх обговорення

У природних екосистемах Лівобережного Полісся виявлено 17 видів фітопаразитичних нематод, які належать до 3 рядів, 10 родин та 15 родів (таблиця).

Таблиця

Характеристика фітопаразитичних нематод

№ з/п	Ряд/родина/вид	Ж	Т	Ч
Ряд Tylenchida Thorne, 1949				
Родина Paratylenchidae Thorne, 1949				
1	<i>Gracilacus audriellus</i> Brown, 1959	1	33,3	124
2	<i>Paratylenchus nanus</i> Cobb, 1923	1	20	49
Родина Anguinidae Nicoll, 1935				
3	<i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kuhn, 1857) Filipjev, 1935	2	16,7	34
Родина Tylenchorhynchidae (Eliava, 1964) Golden, 1971				
4	<i>Tylenchorhynchus dubius</i> (Butschli, 1873) Filipjev, 1936	1	28,3	31
Родина Pratylenchidae (Thorne, 1949) Siddiqi, 1963				
5	<i>Pratylenchus pratensis</i> (De Man, 1880) Filipjev, 1936	2	15	7
6	<i>Hirschmaniella gracilis</i> (De Man, 1880) Luc et Goodey, 1863	2	1,7	5
Родина Hoplolaimidae (Filipjev, 1934) Paramonov, 1953				
7	<i>Helicotylenchus dihystra</i> (Cobb, 1893) Sher, 1961	1	33,3	56
Родина Criconematidae Taylor, 1936				
8	<i>Macroposthonia annulata</i> De Man, 1880	1	3,3	10
9	<i>Hemicyclophora</i> sp.	3	3,3	6
Родина Heteroderidae Skarbilovich, 1947				
10	<i>Heterodera</i> sp. 1	3	6,7	48
11	<i>Heterodera</i> sp. 2	3	1,7	4
Ряд Triplonchida Cobb, 1920				
Родина Diphtherophoridae Micoletzky, 1922				
12	<i>Diphtherophora communis</i> De Man, 1880	1	15	28
Родина Trichodoridae Thorne, 1935				
13	<i>Trichodorus primitivus</i> (De Man, 1880) Micoletzky, 1922	1	3,3	20
14	<i>Paratrachodorus teres</i> (Hooper, 1962) Siddiqi, 1974	1	1,7	15
15	<i>Paratrachodorus pachydermus</i> Siddiqi, 1973	1	1,7	39
Ряд Dorylaimida Pearse, 1942				
Родина Longidoridae Thorne, 1935				
16	<i>Longidorus elongatus</i> (De Man, 1876) Micoletzky, 1922	1	3,3	6
17	<i>Xiphinema index</i> Thorne et Swanger, 1950	1	1,7	8

Примітка: Ж – групи фітогельмінтів за способом живлення: 1 – ектопаразит; 2 – ендопаразит; 3 – напівендопаразит; Т – кількість екосистем, у яких вид виявлений (в %); Ч – середня чисельність особин у 100 г ґрунту.

Найбільше представництво має ряд Tylenchida – 11 видів (64,7 % списку), до ряду Triplonchida належать 4 види (23,5 %), ряд Dorylaimida представлений 2 видами (11,8 %).

Серед зареєстрованих видів ектопаразитами кореневої системи рослин є 11, ендопаразитами – 3, напівендопаразитами – 3.

Грунтові фітонематоди природних екосистем мають широкий спектр живлення, їхні трофічні зв'язки багатогранні. Тому вони входять до різних еко-трофічних груп: сапробіонти, всеїдні, хижі, мікогельмінти та фітогельмінти. У трофічній структурі угруповань фітонематод природних екосистем Лівобережного Полісся, як виявилось, група фітогельмінти за чисельністю займала різне місце. Найчастіше вона поступалася сапробіонтам та мікогельмінтам. Так, частка участі фітогельмінтів у регіональному ландшафтному парку «Ялівщина» становила 11,3 %, лісах гідрологічного заказника «Петрове» – 26,3 %, листяних лісах МНПП – 15,1 %, хвойних лісах МНПП – 9,4 %, ґрунті лучних екосистем заплави Дніпра (околиці с. Радуль) – 11 %.

У ґрунті лучних екосистем МНПП фітогельмінти домінували, їхня частка участі у загальній чисельності фітонематод становила 47 %.

М. Lišková, А. Čerevková (2005) повідомляють, що у лучних ґрунтах Словаччини фітопаразитичні нематоди також переважали за чисельністю (частка участі була 55,4 %). Подібна трофічна структура угруповань ґрунтових нематод у лучних екосистемах зареєстрована дослідниками з Румунії [11].

Дані щодо поширення видів фітогельмінтів у природних екосистемах Лівобережного Полісся, їхню чисельність подаємо нижче.

G. audriellus відмічений у ґрунті 19 лісових та 1 лучній екосистемах (33,3 % всіх обстежених). Траплявся він як у листяних, так і хвойних лісах Чернігівського, Ріпкинського, Козелецького, Новгород-Сіверського, Семенівського, Коропського районів. Паратиленхіди є поліфагами, зокрема представники роду *Gracilacus* паразитують на 20 видах дерев: березі, дубі, клені, яблуні, вишні, тополі, кизилі, в'язі та ін. [3]. Чисельність фітогельмінтів становила в середньому 124 особин/100 г ґрунту. У ялиново-дубово-сосновому лісі вона була найнижчою (10 особин/100 г ґрунту); осиково-конвалієвому – достатньо високою і досягала 879 особин, що відповідає нижчому порогу шкодочинності для паратиленхід [5]. Популяції *G. audriellus* були представлені переважно самками, а самці та личинки траплялися поодинокі.

P. nanus зареєстрований у складі угруповань ґрунтових фітонематод лісових (8) та лучних (4) екосистем (20 % обстежених територій). Чисельність паразитів у ґрунті лісів та луків суттєво не відрізнялась, у середньому становила 53 та 45 особин/100 г відповідно. Представники роду є паразитами дерев, чагарників та трав'янистих рослин. Особливо небезпечні вони в розсадниках хвойних порід [1, 12]. У Польщі види цього роду траплялись у 44,9 % зразків з лісових розсадників, максимальна чисельність становила 90 особин/100 г ґрунту [13]. Популяції *P. nanus* були представлені самками та личинками.

D. dipsaci – стеблова нематода, була знайдена у 16,7 % обстежених екосистем. У лісовому ґрунті середня чисельність становила 60 особин/100 г, тоді як у ґрунті луків – не перевищувала 7 особин. Паразитує на трав'янистих рослинах. У природних умовах черв'яки зберігаються у різних залишках рослин, у ґрунті перебувають нечасто, здатні до активного руху [3].

T. dubius траплявся доволі часто (28,3 % обстежених територій), у ґрунті лісових екосистем з середньою чисельністю 32 особини, у лучних – 29 особин/100 г. У листяних лісах траплявся у два рази частіше і мав майже у три рази більшу чисельність, ніж у хвойних. Представники роду патогенні для злаків та трав'янистих бобових рослин [5]. У Польщі відмічений у 4 % обстежених лісових розсадниках [13].

Pr. pratensis відмічений у Чернігівському, Городнянському, Козелецькому, Коропському районах (15 % обстежених територій). Зустрічався як у листяних, так і у хвойних лісах, у лучних екосистемах заплави Десни (на території МНПП). Середня чисельність становила 7 особин/100 г ґрунту. Види цього роду є поширеними паразитами багатьох деревних порід та чагарників, також шкодочинні для трав'янистих рослин [3, 5]. У Польщі відмічений у 46,2 %

обстежених лісових розсадниках, чисельність у 100 г ґрунту складала 80–105 особин [13]. Критичний рівень чисельності пратилехів для сіянців хвойних порід визначається 50 особин/100 г ґрунту [1].

H. gracilis зареєстрована тільки в угрупованнях фітонематод заплавних луків біля річки Снов. Чисельність паразита становила 5 особин/100 г ґрунту. Поширення цього виду на луках у заплавах річок відмічає К. С. Кирьянова (1971). Популяція *H. gracilis* була представлена самками та личинками.

Частота трапляння *H. dihystra* у природних екосистемах становила 33,3 %, середня чисельність – 56 особин/100 г ґрунту. У різних зразках чисельність паразита значно відрізнялася. Так, у листяних лісах вона змінювалася у межах від 7 до 174, у хвойних – від 25 до 49, у лучних – від 5 до 20 особин/100 г ґрунту. Чисельність паразита у лісових розсадниках Польщі становила 18–65 особин/100 г ґрунту [13].

Представники родини Criconematidae виявлені у зразках ґрунту з листяного лісу регіонального ландшафтного парку «Ялівщина» та у ґрунті заплавних луків МНПП, де середня чисельність *M. annulata* становила 17 та 2 особин/100 г ґрунту відповідно. Чисельність *Hemicyclophora* sp. не перевищувала 6 особин/100 г ґрунту.

Гетеродеріди належать до седентарних фітогельмінтів кореневої системи рослин. Два види роду *Heterodera* знайдені в лучних екосистемах заплав Дніпра та Десни, де їх чисельність коливалась від 4 до 140 особин/100 г ґрунту. У листяних лісах Чернігівського та Коропського районів середня чисельність становила 5 особин/100 г ґрунту. Представники не тільки роду, а і всієї родини належать до найбільш небезпечних та економічно важливих патогенів сільськогосподарських рослин у всьому світі. Деякі з них внесені до карантинного списку Європейської і Середземноморської організації захисту рослин [5]. Дані про поширення гетеродерід у природних екосистемах фрагментарні. Види роду *Heterodera* відмічені у складі угруповань фітонематод природного заповідника «Мис Мартьян» (Крим) та околицях Києва (науково-експериментальна база АН України «Феофанія») [6]. Гетеродеріди відмічені у 3,2 % лісових розсадниках Польщі, середня чисельність паразитів становила 25 особин/100 г ґрунту [13]. У складі фітонематод північно-східного макросхилу Українських Карпат відмічені представники роду *Globodera* [4]. У зразках ґрунту були представлені личинкові стадії паразитів.

D. communis виявлена у лісових екосистемах Чернігівського, Городнянського, Семенівського, Ріпкинського, Коропського районів та лучних екосистемах Коропського району, усього у 15 % обстежених територій. Середня чисельність паразитів становила 28 особин/100 г ґрунту.

T. primitivus та види роду *Paratrichodorus* відмічені у ґрунті 3,3 % обстежених територій. Перший вид зареєстрований у лучних екосистемах Чернігівського та Ріпкинського районів, види *P. teres* та *P. pachydermus* – у листяних лісах Чернігівського та Новгород-Сіверського районів, їхня чисельність становила 20, 15 та 39 особин/100 г відповідно.

L. elongatus зареєстрований у листяному лісі регіонального ландшафтного парку «Ялівщина» та ґрунті заплавних луків МНПП, що відповідає 3,3 % всіх обстежених територій. У ґрунті листяного лісу вид виявився більш чисельним, ніж у заплавних луках (середня чисельність становила 10 та 2 особин/100 г ґрунту відповідно). *X. index* відмічена тільки у заплаві річки Снов (околиці с. Брусилів). Середня чисельність була 8 особин/100 г ґрунту. Крім безпосередньої шкоди лонгідоріди є переносниками вірусів. Низький відсоток виявлення представників родини Longidoridae та невисока чисельність у природних екосистемах пов'язані з тим, що ці фітогельмінти населяють більш глибокі шари ґрунту і, звичайно, зустрічаються на глибині 40–75 см.

Усі види фітопаразитичних нематод за відсотком їхнього трапляння в угрупованнях фітонематод були розподілені на три групи. Перша група об'єднала види, які були виявлені у 28,3–33,3% обстежених екосистем, до неї потрапили *G. audriellus*, *H. dihystra* та *T. dubius*. Види другої групи – *P. nanus*, *D. dipsaci*, *P. pratensis* та *D. communis* – мали частоту трапляння

15–20 %. Десять видів фітогельмінтів віднесені до третьої групи, вони виявлені у 1–4 екосистемах (1,7–6,7 %) у межах досліджуваного регіону.

Висновки

У ґрунті природних екосистем Лівобережного Полісся зареєстровано 17 видів фітопаразитичних нематод, з яких 11 є ектопаразитами, 3 – ендопаразитами та 3 – напівендопаразитами.

Серед виявлених видів фітогельмінтів найбільше представництво має ряд Tylenchida – 11 видів (64,7 % списку), до ряду Triplonchida належать 4 види (23,5 %), ряд Dorylaimida представлений двома видами (11,8 %).

Частка участі фітогельмінтів у трофічній структурі угруповань фітонематод лісових екосистем Лівобережного Полісся складала 9,4–26,3 % і була меншою за чисельність сапробіонтів та мікогельмінтів.

В угрупованнях фітонематод лучних екосистем фітогельмінти або поступалися за чисельністю сапробіонтам та мікогельмінтам, або були домінуючою трофічною групою.

Найвищі показники трапляння у досліджених екосистемах мали *G. audriellus*, *H. dihystra* та *T. dubius* (33,3 %, 33,3 % та 28,3 % відповідно).

Серед виявлених видів фітогельмінтів найбільш чисельними у ґрунті були *G. audriellus* та *H. dihystra* (124 та 56 особин/100 г ґрунту).

1. Губина В. Г. Нематоды хвойных пород. М. : Наука, 1980. 189 с.
2. Кирьянова Е. С., Кралль Э. Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними: в 2 т. Л. : Наука, 1969. Т. 1. 447 с.
3. Кирьянова Е. С., Кралль Э. Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними: в 2 т. Л. : Наука, 1971. Т. 2. 522 с.
4. Козловський М. Фітонематоди наземних екосистем Карпатського регіону. Львів, 2009. С. 309–314.
5. Прикладная нематодология / Н. Н. Буторина и др.; Ин-т паразитологии РАН; отв. ред. С. В. Зиновьева, В. Н. Чижов. М. : Наука, 2006. 350 с.
6. Соловьева Г. И. Экология почвенных нематод. Л. : Наука, 1986. С. 192–245.
7. Збереження біорізноманіття у зв'язку із сільськогосподарською діяльністю / В. А. Соломаха та ін. К. : ЦУЛ, 2005. 120 с.
8. Freshwater nematodes: ecology and taxonomy / Eds. E. Abebe, I. Andrassy, W. Truanspurger. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Cambridge, MA, USA : CAB International, 2006. P. 13–30.
9. Goodey T. Soil and freshwater nematodes. (rev. by J. B. Goodey from 1951 Ed.). 2nd Ed., Wiley, New York, 1963. 544 p.
10. Lišková M., Čerevková A. Nematode communities of river banks and adjacent meadows in the Slovak Republic. *Helmintologia*. 2005. 42, 4. P. 223–232.
11. Popovici I., Ciobanu M. Diversity and distribution of nematode communities in grasslands from Romania in relation to vegetation and soil characteristics. *Applied Soil Ecology*. 2000. 14. P. 27–36.
12. Siddiqi M. R. Tylenchida: parasites of plants and insects. 2nd Edition. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 2000. 848 p.
13. Skwiercz A. T. Nematodes (Nematoda) in Polish forests. I. Species inhabiting soils of nurseries. *Journal Of Plant Protection Research*. 2012. Vol. 52, No. 1. P. 169–179.

References

1. Gubina V. G. Nematody hvoynyh porod. M. : Nauka, 1980. 189 s. [in Russian]
2. Kir'janova E. S., Krall' Je. L. Paraziticheskie nematody rastenij i mery bor'by s nimi: v 2 t. L. : Nauka, 1969. T. 1. 447 s. [in Russian]
3. Kir'janova E. S., Krall' Je. L. Paraziticheskie nematody rastenij i mery bor'by s nimi: v 2 t. L. : Nauka, 1971. T. 2. 522 s. [in Russian]
4. Kozlovskiy M. Fitonematody nazemnykh ekosystem Karpatskoho rehionu. Lviv, 2009. S. 309–314. [in Ukrainian]
5. Prikladnaja nematodologija / N. N. Butorina i dr.; In-t parazitologii RAN; отв. red. S. V. Zinov'eva, V. N. Chizhov. M. : Nauka, 2006. 350 s. [in Russian]
6. Colov'eva G. I. Jekologija pochvennyh nematod. L. : Nauka, 1986. С. 192–245. [in Russian]

7. Zberezhenia bioriznomanittia u zviazku iz silskohospodarskoiu diialnistiu / V. A. Solomakha ta in. K. : TsUL, 2005. 120 s. [in Ukrainian]
8. Freshwater nematodes: ecology and taxonomy / Eds. E. Abebe, I. Andrassy, W. Truanspurger. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Cambridge, MA, USA : CABI Pub., 2006. P. 13–30.
9. Goodey T. Soil and freshwater nematodes. (rev. by J. B. Goodey from 1951 Ed.). 2nd Ed., Wiley, New York, 1963. 544 p.
10. Lišková M., Čerevková A. Nematode communities of river banks and adjacent meadows in the Slovak Republic. *Helmintologia*. 2005. 42, 4. P. 223–232.
11. Popovici I., Ciobanu M. Diversity and distribution of nematode communities in grasslands from Romania in relation to vegetation and soil characteristics. *Applied Soil Ecology*. 2000. 14. P. 27–36.
12. Siddiqi M. R. Tylenchida: parasites of plants and insects. 2nd Edition. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 2000. 848 p.
13. Skwiercz A. T. Nematodes (Nematoda) in Polish forests. I. Species inhabiting soils of nurseries. *Journal Of Plant Protection Research*. 2012. Vol. 52, No. 1. P. 169–179.

V. L. Shevchenko, T. M. Zhylina

Taras Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», Ukraine

PLANT-PARASITIC NEMATODES IN NATURAL ECOSYSTEMS OF LEFT-BANK POLISSIA (CHERNIHIV REGION)

The species composition, frequency of occurrence, and the abundance of phytohelminths in communities of soil nematodes in natural ecosystems of the Left-Bank Polissia (Chernihiv region) were studied. Samples were collected throughout 2011-2016 in forest and meadow ecosystems on the territory of Chernihivskiy, Horodnianskiy, Kozeletskiy, Koropskiy, Menskiy, Ripkynskiy, Sosnytskyi, Semenivskiy, Shchorskiy and Novhorod-Siverskiy districts.

Nematodes were extracted by a modified Baermann's method from the 20-g sample. 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. Nematode abundance was expressed as specimens per 100 g of dry soil.

Seventeen species from three orders, ten families and fifteen genera were found. Eleven species (64.7 % of the species composition) belonged to the order of Tylenchida, four (23.5 %) – Triplonchida, two (11.8 %) – Dorylaimida.

Eleven species (*Gracilacus audriellus*, *Paratylenchus nanus*, *Tylenchorhynchus dubius*, *Helicotylenchus dihystra*, *Macroposthonia annulata*, *Diphtherophora communis*, *Trichodorus primitivus*, *Paratrachodorus teres*, *Paratrachodorus pachydermus*, *Longidorus elongatus*, *Xiphinema index*) are ectoparasites, three species (*Ditylenchus dipsaci*, *Pratylenchus pratensis*, *Hirschmaniella gracilis*) – endoparasites, and three species (*Hemicycliophora* sp., *Heterodera* sp. 1, *Heterodera* sp. 2) – semiendoparasites.

Phytohelminths in communities of soil nematodes in forest ecosystems ranged from 9.4 to 26.3 %. But in meadow ecosystems of the Mezin National Nature Park it was a dominant group (proportion in the community 47%).

The most frequent species were *G. audriellus*, *H. dihystra* and *T. dubius* which occurred in 33.3 %, 33.3 % and 28.3 % of samples respectively. *P. nanus*, *D. dipsaci*, *P. pratensis* та *D. communis* – had frequency of occurrence 15 – 20%. Ten species of phytohelminths were found in 1–4 ecosystems (1.7–6.7%).

G. audriellus and *H. dihystra* were abundant (124 and 56 specimens per 100 g of soil respectively).

Key words: phytohelminths, nematodes, frequency of occurrence, natural ecosystems, Left-Bank Polissya.

Надійшла 16.04.2020.

БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 582.669.2:581.143.6

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.6

Л. Л. ДЖУС, Л. А. КОЛДАР

Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України
вул. Київська 12а, Умань, Черкаська область, 20300
e-mail: lyudmiladzhus88@gmail.com

РИЗОГЕНЕЗ ЕКСПЛАНТІВ *SILENE HYPANICA* КЛОКОВ ТА ЇХ АДАПТАЦІЯ ДО УМОВ *EX VITRO*

Серед природоохоронних заходів, пов'язаних зі збереженням рослинного різноманіття, важливе місце належить створенню і збереженню в умовах культури рідкісних видів і видів, що зникають. Так, під загрозою зникнення перебуває вид *Silene hypanica* Клоков, реліктовий, ендемічний вид, занесений до Червоної книги України, Європейського червоного списку, Резолюції 6 Бернської конвенції. Перспективи збереження пов'язані з вивченням його життєздатності та потребують розроблення ефективних методів розмноження, зокрема в культурі *in vitro*. У статті наведено результати досліджень одного з етапів розмноження *in vitro* – ризогенезу експлантів *S. hypanica* та його залежність від концентрацій у живильних середовищах β -індолілмасляної кислоти (β -ІМК) (0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/л) з подальшою адаптацією вкорінених рослин *in vitro* до умов *ex vitro*. З'ясовано, що активний процес ризогенезу відбувався за додавання до живильного середовища β -ІМК у концентрації 0,5 мг/л і сприяв одержанню 86,4% укорінених *in vitro* рослин-регенерантів. Пересаджування їх у торф'яні диски з подальшим дорощуванням у контейнерах сприяло успішній адаптації укорінених рослин.

Ключові слова: *Silene hypanica* Клоков, мікроклональне розмноження, β -індолілмасляна кислота, концентрації, рослини-регенеранти, укорінення, адаптація, субстрат.

Одним із напрямків збереження рослинного різноманіття є введення в культуру рідкісних видів світової флори і видів, які зникають, що дає змогу не лише поглиблювати знання про їх екологічні та біологічні особливості, а й створювати вагомий банк рослинного матеріалу, який у перспективі може бути використаний для реінтродукції рослин у місця їх природного росту. Серед природоохоронних заходів, пов'язаних з діяльністю ботанічних установ України, важливе місце належить створенню й збереженню в умовах культури колекцій рідкісних видів і видів, що зникають. Велике значення при цьому має розробка ефективних методів розмноження раритетних видів природної флори на основі вивчення їхньої життєздатності та перспектив збереження [9].

До видів, що перебувають під загрозою зникнення, належить *Silene hypanica* Клоков (родина *Caryophyllaceae* Juss.) – реліктовий, ендемічний вид, занесений до Червоної книги України (2009), Європейського червоного списку (1991), Резолюції 6 Бернської конвенції (1996) [2, 12].

S. hypanica – трав'яниста одно-дво-трирічна рослина заввишки 25–100 см. Стебло прямостояче, просте, у верхній частині розгалужене. Прикореневі листки довгасті (завдовжки 4–6 см), стеблові – яйцеподібно-ланцетні (завдовжки 2–8 см). Квітки червоні, зібрані у густе,

головчасте суцвіття. Чашолистки (завдовжки 16–18 мм) циліндричні, у верхній частині розширені, з трикутними зубчиками. Плід – коробочка завдовжки 7–9 мм. Цвіте у червні–липні. Плодоносить у липні–серпні. Мезофіт [11]. У природних умовах *S. hypanica* розмножується насінням і характеризується низькою конкурентною здатністю проростків та сходів, що обмежує його поширення. Оскільки цей вид є рідкісним і перебуває під загрозою зникнення, то для отримання якомога більшої кількості садивного матеріалу ми використовували різні методи розмноження, зокрема метод культури *in vitro*. Ця технологія розмноження дозволяє найбільш точно реалізувати потенціал рослин і на сьогоднішній день є головною складовою сучасних біотехнологій клонування і виробництва садивного матеріалу у селекції і рослинництві [6]. Розмноження *in vitro* *S. hypanica* – вдала альтернатива традиційним методам розмноження [3]. Не сьогодні нам не відома інформація щодо розмноження *S. hypanica in vitro* в умовах України.

Варто зазначити, що технології *in vitro*, розроблені для одного виду, не завжди можна використати для іншого, оскільки вони відрізняються за проявом морфогенної активності. У зв'язку з цим учені проводять дослідження регенераційної здатності тканин та органів рослин для кожного генотипу окремо.

Мета досліджень – з'ясувати залежність ризогенезу есплантів *S. hypanica* від концентрацій β-індолілмасляної кислоти та їх співвідношень у живильних середовищах з подальшою адаптацією рослин-регенерантів до умов *ex vitro*.

Матеріал і методи досліджень

У роботі використовували методи культури рослинних тканин та індукції морфогенних процесів *in vitro*, викликаних регуляторами росту. Культивування експлантів проводили у культуральній кімнаті з кондиційованим повітрям, на скляних стелажах, за температури 24±1°C, відносної вологості повітря 70–75%, фотоперіоду 16 годин і штучного освітлення інтенсивністю 2–3 тис. люкс. Посуд, матеріали, інструменти та живильні середовища стерилізували згідно методик Калініна, Катаєвої; Мельничука та ін. [5, 6].

Для досягнення ризогенезу використовували експланти *S. hypanica*, одержані за умов асептичної культури *in vitro*. Здатність експлантів до укорінення та одержання рослин-регенерантів вивчали за використання живильного середовища Мурасіге і Скуга з додаванням β-ІМК (β-індолілмасляна кислота), у різних концентраціях (0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/л) [11]. За контроль був прийнятий варіант живильного середовища I, без додавання β-ІМК.

Під час проведення експериментальних робіт використовували методики з культури ізольованих клітин, тканин і органів рослин та проводили математичну обробку отриманих результатів [1, 4, 5, 7, 8]. Дослідження проведено у лабораторії мікроклонального розмноження рослин Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України.

Результати досліджень та їх обговорення

Увесь процес мікроклонального розмноження рослин поділяють на кілька етапів: введення в культуру *in vitro* та одержання первинних експлантів; розмноження та створення умов, які б сприяли успішній реалізації морфогенного потенціалу експлантів для одержання високого коефіцієнту розмноження; підбір регулюючих речовин для досягнення експлантами ризогенезу та одержання рослин-регенерантів; адаптація рослин-регенерантів до умов *ex vitro*.

Одним із ключових етапів мікроклонального розмноження рослин є ризогенез експлантів, для досягнення якого нами проведено модифікацію живильних середовищ. Отримані в асептичних умовах експланти, які мали сформовані розетки завдовжки 1,5–2,0 см, висаджували на живильне середовище Мурасіге–Скуга (МС) з половинним вмістом макро- і мікросолей, доповнене різними концентраціями β-ІМК (0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мг/л). (таблиця).

Характеристика ризогенезу у рослин-регенерантів *S. hupanica*

Варіанти	ІМК, мг/л	Укорінення, %	Кількість коренів, шт./рослина	Довжина коренів, мм/рослина	Висота рослини, мм
I	0 (контроль)	0	0	0	
II	0,1	11,1	3,5±0,2	35,7±1,3	27,6±1,5
III	0,5	86,4	5,5±0,3	44,1±2,1	36,2±1,3
IV	1,0	64,3	3,4±0,2	38,1±2,3	33,7±2,1
V	1,5	41,5	3,1±0,1	28,5±1,8	29,2±1,4
VI	2,0	16,7	2,9±0,3	21,1±2,0	14,4±2,6

Початок ризогенезу спостерігали через 16 діб після висадження на живильні середовища для укорінення. Аналізуючи вплив різних концентрацій ІМК на ефективність ризогенезу, з'ясовано, що з досліджуваних найбільш ефективними виявилися варіанти з додаванням β-ІМК від 0,5 мг/л до 1,5 мг/л. Відсоток укорінених рослин становив 41,5–86,4%. Найбільш ефективним виявився варіант III, у якому до середовища МС додавали 0,5 мг/л β-ІМК. За такого складу живильного середовища впродовж 20–25 діб було отримано в середньому 86,4% укорінених рослин, які мали 5,5 шт. коренів у розрахунку на одну рослину; довжина коренів складала 44,1±2,1 мм, а висота рослин становила 36,2 ±1,3 мм (рис. 1). Зменшення концентрації β-ІМК до 0,1 мг/л та збільшення до 2,0 мг/л значно знижували відсоток укорінення, який відповідно становив 11,1 та 16,7%. У варіанті I, без додавання β-ІМК, який був контролем укорінення, експлантів не спостерігали. Тривалість пасажу в середньому складала 25–30 діб і залежала від умов культивування, темпу розмноження, характеру розвитку експланта.



Рис. 1. Ризогенез експлантів *S. hupanica*

Не менш складним етапом у процесі мікророзмноження рослин є адаптація рослин-регенерантів до умов *ex vitro*. На цьому етапі за несприятливих умов культивування загибель висаджених рослин може інколи досягати 80–100%. Це пов'язано з аномальним розвитком кореневої системи під впливом ауксину, відсутністю корневих волосків, порушеннями водного обміну у рослин-регенерантів, що зумовлено підвищеною транспірацією та зниженою здатністю до фотосинтезу пересаджених із пробірок укорінених рослин [6, 7]. На цьому етапі, при перенесенні рослин-регенерантів у нестерильні умови, значну увагу необхідно приділяти встановленню оптимальної фази розвитку рослин-регенерантів, під час якої вони мають найбільшу адаптивну здатність до нестерильних умов. Не кожна рослина, яка проросла у

пробірки і утворила корінь, здатна до адаптації. За даними наших спостережень, до адаптації здатні рослини з добре сформованою розеткою з 3–5 листками та з коренями завдовжки понад 12–20 мм. Такі рослини висаджували у торф'яні диски Juffy-7, попередньо оброблені перманганатом калію ($KMnO_4$) для адаптації до умов *ex vitro* (рис. 2). Менш розвинуті розетки *S. hypanica* відбирали окремо і висаджували на середовище МС з додаванням регуляторів росту для подальшого мікророзмноження з метою збільшення коефіцієнту розмноження та, відповідно, і кількості садивного матеріалу.

Для підтримання рівня вологості повітря торф'яні диски переносили в скляні акліматизаційні камери власного виробництва, у яких впродовж 3–4 діб вологість підтримувалась на рівні 80–90%.



Рис. 2. Адаптація рослин-регенерантів *S. hypanica* у торф'яних дисках

Після цього камери поступово відкривали, поетапно знижуючи вологість повітря, і за 8–10 діб її знижували до 70%. У рослин спостерігали формування нових листків та перші ознаки розростання розетки, що свідчило про успішність адаптації. Рослини пересаджували у контейнери з різними за складом ґрунтосумішами. Найбільш ефективним виявився субстрат з таким складом: ґрунт лісовий, пісок річковий, торф верховий моховий і перліт у співвідношенні відповідно 2:1:1:1, на якому добре відбувались приживання, ріст та розвиток рослин. Адаптація рослин у контейнерах відбувалася на стелажах адаптаційної кімнати за 16-годинного фотоперіоду, вологості повітря 70–80 % та за температури – 22–23 °С. За таких умов дорощування одержували близько 90% адаптованих рослин, придатних до пересаджування у нестерильні умови *in vivo*.

Висновки

Активному проходженню процесів ризогенезу сприяло додавання до живильного середовища МС β -індолілмасляної кислоти у концентрації 0,5 мг/л, що дало можливість одержати близько 86,4 % укорінених рослин-регенерантів.

Для адаптування рослин-регенерантів *S. hypanica* до умов *ex vitro* найбільш доцільно пересаджувати рослини з пробірок у торф'яні диски Juffy-7 з подальшим дорощуванням у контейнерах за використання ґрунтосуміші такого складу: ґрунт лісовий, пісок річковий, торф верховий моховий та перліт у співвідношенні відповідно 2:1:1:1.

Вихід адаптованих рослин, придатних до висадження в умови *in vivo*, становив близько 90%.

1. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М.: Наука, 1964. 272 с.
2. Глобальная стратегия сохранения растений. BGCI: Rishmond, U. K., 2002. 16 с.

3. Джус Л. Л. Особливості насіннєвого розмноження *Silene hypanica* Klokov *in situ* та *ex situ*. *Автотхтонні та інтродуковані рослини*. Вип. 11. 2015. С. 203–207.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. К. : Наукова думка, 1980. 488 с.
6. Катаева Н. В. Бутенко Р. Г. Клональное микроразмножение растений. М. : Наука, 1983. 96 с.
7. Кунах В. А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. К. : Логос, 2005. 730 с.
8. Мельничук М. Д., Новак Т. В., Кунах В. А. Біотехнологія рослин : підручник. К. : Поліграфконсалтинг, 2003. 520 с.
9. Собко В. Г., Гапоненко М. Б., Гнатюк А. М., Деркач О. В., Мініна Ю. В., Решетюк О. В. Репатріація фітораритетів як активний засіб відновлення популяцій і покращення біологічного стану довкілля. *Роль ботанічних садів в зеленому будівництві міст, курортних та рекреаційних зон*: матеріали міжнар. наук. конф., 20–24 травня 2002 р. Одеса : ЛАТСТАР, 2002. Ч. II. С. 138–141.
10. Червона Книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. К. : Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
11. Murashige T. Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15., № 13. P. 473–497.
12. A Sustainable Future for Europe; the European Strategy for Plant Conservation 2008–2014 / Developed by the Planta Europe and Council of Europe. Salisbury, UK Strasbourg, France, 2008. 63 p.

References

1. Butenko R. G. Kul'tura izolirovannyh tkanej i fiziologija morfogeneza rastenij. M.: Nauka, 1964. 272 s. [in Russian]
2. Global'naja strategija sohraneniya rastenij. BGCI: Rishmond, U. K., 2002. 16 s. [in Russian]
3. Dzhus L. L. Osoblyvosti nasinnievoho rozmnozhennia *Silene hypanica* Klokov *in situ* ta *ex situ*. *Avtokhtonni ta introdokovani roslyny*. Vyp. 11. 2015. S. 203–207. [in Ukrainian]
4. Dospheov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s. [in Russian]
5. Kalinin F. L., Sarnackaja V. V., Polishhuk V. E. Metody kul'tury tkanej v fiziologii i biohimii rastenij. K.: Naukova dumka, 1980. 488 s. [in Russian]
6. Kataeva N. V. Butenko R. G. Klonal'noe mikrorazmnozhenie rastenij. M.: Nauka, 1983. 96 s. [in Russian]
7. Kunakh V. A. Biotekhnolohiia likarskykh roslyn. Henetychni ta fiziolooho-biokhimichni osnovy. K.: Lohos, 2005. 730 s. [in Ukrainian]
8. Melnychuk M. D., Novak T. V., Kunakh V. A. Biotekhnolohiia roslyn : pidruchnyk. K.: Polihrafkonsal'tynh, 2003. 520 s. [in Ukrainian]
9. Sobko V. H., Haponenko M. B., Hnatiuk A. M., Derkach O. V., Minina Yu. V., Reshетиuk O. V. Repatriatsiia fitoraryetiv yak aktyvnyi zasib vidnovlennia populjatsii i pokrashchennia biolohichnoho stanu dovkillia. Rol botanichnykh sadiv v zelenomu budivnytstvi mist, kurortnykh ta rekreatsiinykh zon: materialy mizhnar. nauk. konf., 20–24 travnia 2002 r. Odesa: LATSTAR, 2002. Ch. II. S. 138–141. [in Ukrainian]
10. Chervona Knyha Ukrainy. Roslynniy svit / za red. Ya. P. Didukha. K.: Hlobalkonsal'tynh, 2009. 912 s. [in Ukrainian]
11. Murashige T. Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15., № 13. P. 473–497.
12. A Sustainable Future for Europe; the European Strategy for Plant Conservation 2008–2014 / Developed by the Planta Europe and Council of Europe. Salisbury, UK Strasbourg, France, 2008. 63 p.

L. Dzhus, L. Koldar

National Dendrological Park «Sofiyivka» of NAS of Ukraine, Ukraine

RHIZOGENESIS OF *SILENE HYPANICA* KLOKOV EXPLANTS AND THEIR ADAPTATION TO EX VITRO CONDITIONS

Among the conservation measures related to the preservation of plant diversity, an important place belongs to the creation and preservation of rare and endangered species in the crop conditions. Thus, the species *Silene hypanica* Klokov is under threat of extinction. This relict and endemic species is listed in the Red book of Ukraine, the European Red list, and 6th Resolution of the Berne Convention.

Prospects for the conservation of this species are related to the study of its viability and require the development of effective methods of reproduction, in particular in vitro crop. The article presents the results of studies of one of the breeding stages *in vitro* – rhizogenesis of *S. hypanica* esplants and its dependence on the concentrations of β -indolyl butyric acid in nutrient media (0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 mg / l), followed by adaptation of regenerating plants to ex vitro conditions. The study showed that the active process of rhizogenesis occurred due to the addition of β -IMC to the nutrient medium at a concentration of 0.5 mg/l and contributed to the production of 86.4 % of rooted regenerating plants. Transplanting rooted plants into peat disks and then growing them in containers contributed to the successful adaptation of rooted plants.

Key words: Silene hypanica, microclonal breeding, β -indolyl butyric acid, concentrations, regenerating plants, rooting, adaptation, substrate.

Надійшла 20.04.2020.

БІОХІМІЯ

УДК 612.017:616.36-002:613.84-06:546.33:547.466.64]-092.9 doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.7

Н. В. ГЕЦЬКО, І. Я. КРИНИЦЬКА

Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України
майдан Волі, 1, Тернопіль, 46000
e-mail: nadikage@ukr.net

ЗМІНИ ВМІСТУ С-РЕАКТИВНОГО ПРОТЕЇНУ ТА ФАКТОРУ НЕКРОЗУ ПУХЛИН- α У СИРОВАТЦІ КРОВІ ЩУРІВ РІЗНОГО ВІКУ ЗА УМОВИ ПАСИВНОГО ТЮТЮНОКУРІННЯ НА ТЛІ ТРИВАЛОГО ВВЕДЕННЯ НАТРІЙ ГЛУТАМАТУ

Досліджено зміни вмісту фактору некрозу пухлин- α (TNF- α) та С-реактивного протеїну (СРП) у сироватці крові щурів за умови пасивного тютюнокуріння на тлі тривалого введення натрій глутамату у віковому аспекті. Встановлено, що за умови поєднаної дії тютюнового диму та натрій глутамату, вміст TNF- α збільшився у 2,9 рази ($p < 0,001$) відносно контрольної групи і на 32,3 % ($p < 0,002$) перевищував дані за умови ізольованої дії тютюнового диму. Щодо СРП, то цей показник збільшився на 45,5% ($p < 0,001$) відносно контрольної групи. Пасивне тютюнокуріння на тлі застосування натрій глутамату при цьому не зумовило вірогідних змін відносно ізольованої дії тютюнового диму. У віковому аспекті системна запальна відповідь більш виражено проявилася у статевонезрілих щурів.

Ключові слова: тютюновий дим, натрій глутамат, вік, запалення.

Всесвітня організація охорони здоров'я розглядає тютюнокуріння як глобальну медико-соціальну проблему. Згідно з оцінками фахівців, щорічно від хвороб, зумовлених тютюнокурінням, помирає близько 5 млн. осіб [19]. В Україні за даними звіту «Самооцінка населенням стану здоров'я та рівня доступності окремих видів медичної допомоги у 2018 році» (без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції) у 2018 році було 5,96 млн. курців [11].

Важливою проблемою є і поширеність тютюнокуріння серед підлітків. За даними Глобального опитування дорослих щодо вживання тютюну (GATS 2017), перші експериментування з тютюном припадали переважно на вік 12–13 років (11,7 % респондентів), у 7,5 % – на вік 10 років, у 6,1 % – на вік 8–9 років, у 4,6 % – на вікову групу 7 років і менше. Отже, у віці до 10 років майже щодесятий підліток в Україні мав першу спробу куріння [8].

Активне застосування штучних харчових добавок, що знайшли застосування у сучасній харчовій промисловості, викликає неоднозначне ставлення щодо їх безпеки по відношенню до здоров'я людини [25]. Найбільш поширеною харчовою добавкою є натрій глутамат [13, 14]. В Україні не існує чітких нормативів вмісту натрій глутамату в більшості харчових продуктів. Водночас, деякі дослідники зазначають, що застосування натрій глутамату навіть у низьких дозах (0,3–1 г на добу) є токсичним [16, 22]. Реальна загроза одночасного надходження в організм тютюнового диму та натрій глутамату надає вивченню їхньої поєднаної дії особливої актуальності.

Універсальним механізмом, що відіграє ключову роль у реалізації дії більшості токсичних агентів, є активація вільнорадикальних процесів та розвиток оксидативного стресу [23]. Є дані, що оксидативний стрес може бути промотором активації системи прозапальних цитокінів, які індукують синтез С-реактивного протеїну, та інших прозапальних протеїнів [1].

Метою роботи було дослідити зміни вмісту фактору некрозу пухлин- α та С-реактивного протеїну у сироватці крові щурів за умови пасивного тютюнокуріння на тлі тривалого введення натрій глутамату у віковому аспекті.

Матеріал і методи досліджень

Досліди виконані на 32 безпородних статевозрілих білих щурах-самцях масою 180–200 г та 32 безпородних статевонезрілих білих щурах-самцях масою 60–80 г. Кожна група тварин розділялася на чотири підгрупи: I – контроль (n=8); II – щури, яким моделювали «пасивне тютюнокуріння» (n=8); III – щури, яким вводили глутамат натрію (n=8); IV – щури, яким моделювали «пасивне тютюнокуріння» на тлі введення глутамату натрію (n=8).

Вплив тютюнового диму (пасивне тютюнокуріння) моделювали шляхом поміщення щурів у спеціально сконструйовану камеру з оргскла об'ємом 30 л, що дозволило обкурювати тварин у вільній поведінці. Задимлення проводили шляхом спалювання двох сигарет «Прима срібна (червона)» (смоли – 10 мг/сиг., нікотин – 0,8 мг/сиг.). У камері одночасно знаходилися 4 тварини. Піддослідні щури проходили процедуру «пасивного тютюнокуріння» 2 рази на добу по 30 хв. Після закінчення кожного 30-хвилинного сеансу тварин витягали з камери і поміщали в стандартну клітку віварію. Експеримент тривав 30 діб [9, 18].

Щурам другої дослідної групи упродовж 30-ти діб внутрішньошлунково вводили натрій глутамат у дозі 30 мг/кг (відповідає 2 грамам натрій глутамату на середньостатистичну людину), розчинений в 0,5 мл дистильованої води кімнатної температури [7]. Щурам третьої дослідної групи моделювали «пасивне тютюнокуріння» і вводили натрій глутамат упродовж 30-ти діб. Контролем була група інтактних тварин.

Всі маніпуляції з експериментальними тваринами проводили із дотриманням правил відповідно до «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей» [17].

Визначення вмісту С-реактивного протеїну (СРП) та фактору некрозу пухлин- α (TNF- α) у сироватці крові проводили методом твердофазового імуноферментного аналізу з використанням наборів реагентів «RayBio» виробництва «RayBiotech» (США) відповідно до протоколу виробника на аналізаторі «Multiscan FC» (Thermo Scientific, Фінляндія) та виражали у мг/л та пг/мл відповідно.

Статистичну обробку цифрових даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення «Excel» («Microsoft», США) і «STATISTICA» 6.0 («Statsoft», США). Аналіз результатів дослідження здійснений із застосуванням параметричних та непараметричних статистичних методів, вибір яких ґрунтувався на правильності розподілу величин.

У випадку параметричного розподілу кількісні характеристики ознак подавали у вигляді середньої арифметичної вибірки і стандартного відхилення – (Mean \pm SD). У випадку непараметричного розподілу кількісні характеристики ознак представляли у вигляді медіани та квартилів (нижнього та верхнього) – Me (Lq; Uq).

Порівняння двох кількісних характеристик із правильним розподілом здійснювали з використанням t-тесту Стюдента, при неправильному розподілі – U-тесту Манна-Уїтні. Порівняння трьох і більше груп за кількісною ознакою при правильному розподілі величин здійснювали з використанням дисперсійного аналізу з використанням тесту Тьюкі для наступних попарних порівнянь груп; при неправильному розподілі величин використовували тест Краскела-Уолліса з наступним застосуванням тесту Манна-Уїтні для попарного порівняння груп з врахуванням поправки Бонферроні.

Результати досліджень та їх обговорення

Цитокіни – це ендогенні медіатори, які регулюють інтенсивність і тривалість імунозапальної відповіді. У нормі цитокіни здійснюють взаємозв'язок між неспецифічною резистентністю організму та специфічним захистом. Важливим є той факт, що більшість цитокінів є не лише

ендогенними регуляторами імунних реакцій, але і ключовими факторами, що індукують запальну реакцію та гострофазну відповідь організму, можуть чинити імунопатологічну дію на клітини та тканини [12].

При порівнянні вмісту TNF- α у сироватці крові статевозрілих та статевонезрілих щурів контрольних груп встановлено більш високі значення у статевозрілих щурів – вірогідне переважання на 32,8 % (табл. 1). Вміст TNF- α у сироватці крові статевозрілих самців за умови пасивного тютюнокуріння вірогідно збільшився у 2,2 рази відносно контрольної групи. Пасивне тютюнокуріння на тлі застосування натрій глутамату супроводжувалося більш вираженим збільшенням цього показника (у 2,9 рази ($p < 0,001$)) відносно контрольної групи. При цьому вміст TNF- α вірогідно перевищував показник за умови ізольованої дії тютюнового диму на 32,3 % ($p < 0,002$) та на 90,8 % ($p < 0,001$) перевищував показник за умови тривалого введення натрій глутамату. Варто вказати, що ізольоване введення натрій глутамату зумовило вірогідне підвищення вмісту TNF- α у сироватці крові на 51,5 % у порівнянні з групою контролю.

У сироватці крові статевонезрілих самців вміст TNF- α за умови пасивного тютюнокуріння вірогідно збільшився у 3,1 рази відносно контрольної групи. Пасивне тютюнокуріння на тлі застосування натрій глутамату супроводжувалося більш вираженим збільшенням даного показника (у 4,3 рази ($p < 0,001$) відносно контрольної групи, що на 39,6 % ($p < 0,003$) вище показника за умови ізольованої дії тютюнового диму та у 2,1 рази ($p < 0,001$) вище показника за умови тривалого введення натрій глутамату. При цьому ізольоване введення натрій глутамату зумовило вірогідне підвищення вмісту TNF- α у сироватці крові у 2,1 рази у порівнянні з даними контрольних щурів.

Таблиця 1

Вплив тютюнового диму і натрій глутамату на вміст TNF- α у сироватці крові щурів, (Ме [Q₂₅–Q₇₅])

Показник	Група тварин			
	1	2	3	4
	Контроль	Пасивне тютюнокуріння	Натрій глутамат	Пасивне тютюнокуріння + Натрій глутамат
Статевозрілі щури				
TNF- α , пг/мл	5,38 (4,11; 6,11)	11,75 (11,25; 12,65) $p_{1-2} < 0,001^*$	8,15 (7,59; 8,52) $p_{1-3} < 0,001^*$ $p_{2-3} < 0,002^*$	15,55 (14,95; 16,65) $p_{1-4} < 0,001^*$ $p_{2-4} < 0,002^*$ $p_{3-4} < 0,001^*$
Критерій Краскела-Уолліса, p (28,75; $p < 0,001^*$)				
Статевонезрілі щури				
TNF- α , пг/мл	4,05# (3,92; 4,70)	12,50 (11,05; 13,94) $p_{1-2} < 0,001^*$	8,45 (8,13; 9,23) $p_{1-3} < 0,001^*$ $p_{2-3} < 0,003^*$	17,45 (15,33; 18,52) $p_{1-4} < 0,001^*$ $p_{2-4} < 0,003^*$ $p_{3-4} < 0,001^*$
Критерій Краскела-Уолліса, p (28,60; $p < 0,001^*$)				
<p><i>Примітки:</i> p_{1-2}, p_{1-3}, p_{1-4} – вірогідність відмінностей між контрольною групою і дослідними групами; p_{2-3}, p_{2-4} – вірогідність відмінностей між групою з тютюнокурінням і групою з введенням натрій глутамату та групою із тютюнокурінням на тлі введення натрій глутамату; p_{3-4} – вірогідність відмінностей між групою з введенням натрій глутамату і групою з тютюнокурінням на тлі введення натрій глутамату; рівень вірогідності при попарному порівнянні груп для критерію Манна-Уїтні згідно поправки Бонферроні $p < 0,008$; * – статистично значимі результати; # – статистично значимі результати при порівнянні статевозрілих та статевонезрілих щурів контрольних груп.</p>				

У віковому аспекті інтенсивність змін вмісту TNF- α у сироватці крові перевищувала показники статевозрілих самців за умови пасивного тютюнокуріння – на 90,2 %, за умови

тривалого введення натрій глутамату – на 57,1 %, за умови пасивного тютюнокуріння на тлі натрій глутамату – на 141,9 % відповідно (рис. 1).

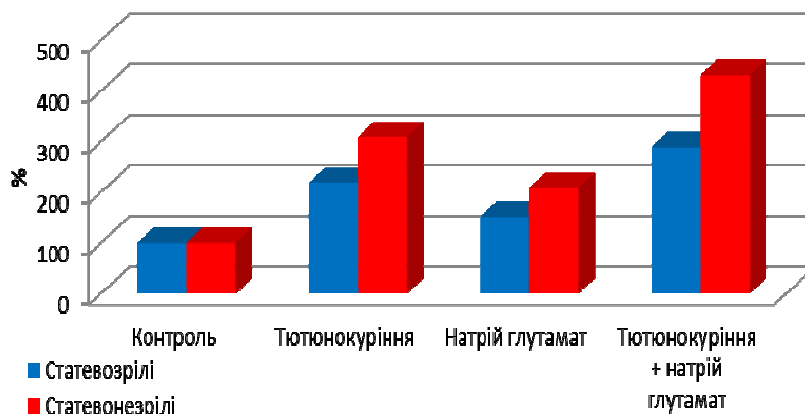


Рис. 1. Зіставлення вмісту TNF- α у сироватці крові у статевозрілих та статевонезрілих щурів, %

Результати наших досліджень співзвучні із даними інших дослідників. Так, Barbieri S. S. та співавтори спостерігали підвищення вмісту прозапальних цитокінів TNF- α , IL-1 β у сироватці крові курців відносно осіб, що не курять [15]. Hou L. з співавторами виявивши, що у курців поліморфізм гену TNF- α (-806C>T) асоціювався із гострим інфарктом міокарда, припустили наявність вірогідних взаємодій між генами IL-1 β та TNF- α і курінням [20].

Відомо, що тютюновий дим містить 10^{17} молекул оксидантів на один вдих [24]. Впливаючи на епітелій бронхів і альвеоли, сигаретний дим викликає вивільнення цитокінів і хемокінів з альвеолярних макрофагів, епітеліальних клітин, що зумовлює міграцію із циркуляторного русла нейтрофілів, макрофагів, дендритних клітин, природних кілерів, які, у свою чергу, також виробляють цитокіни [4]. При цьому синтез цитокінів безпосередньо залежить і від окисно-відновлювального потенціалу клітин-продуцентів цитокінів [3].

Імовірно, що введення натрій глутамату підсилює прооксидний ефект тютюнового диму за рахунок збільшення генерації активних форм кисню в дихальному ланцюзі мітохондрій, чим зумовлює розвиток більш вираженого оксидативного стресу та більш інтенсивний синтез прозапальних цитокінів за умови поєднаної дії досліджуваних чинників відносно ізольованої дії тютюнового диму. Крім того, є дані, що натрій глутамат здатний чинити модуляторний вплив на функції циркулюючих фагоцитів як при застосуванні *in vivo*, так і в умовах *in vitro* [10] із подальшою їх прозапальною метаболічною активацією. Гранулоцити та моноцити з прозапальним профілем характеризуються підвищеним рівнем прозапальних цитокінів та хемокінів, а також посиленням продукції АФО, які також є потужними прозапальними медіаторами і сигнальними молекулами [21].

СРП є відомим реактантом гострої фази запалення, продукція якого регулюється цитокінами, а зміни його вмісту відображають зміни тяжкості запального процесу [6]. СРП також активує нуклеарний фактор карра В (NF- κ B) – провідний фактор експресії генів більшості прозапальних цитокінів [2].

При порівнянні вмісту С-реактивного протеїну (СРП) у сироватці крові статевозрілих та статевонезрілих щурів контрольних груп не встановлено вірогідних відмінностей (табл. 2). За умови пасивного тютюнокуріння вміст СРП у сироватці крові статевозрілих щурів вірогідно підвищився на 45,5% відносно контрольної групи.

Вплив тютюнового диму і натрій глутамату на вміст С-реактивного протеїну у сироватці крові щурів, (Mean ± SD)

Показник	Група тварин			
	1	2	3	4
	Контроль	Пасивне тютюнокуріння	Натрій глутамат	Пасивне тютюнокуріння + натрій глутамат
Статевозрілі щурі-самці				
С-реактивний протеїн, мг/л	0,33 ± 0,09	0,48 ± 0,07	0,39 ± 0,09	0,60 ± 0,13
	Тест Тьюкі			
		p ₁₋₂ <0,05* p ₁₋₃ >0,05 p ₁₋₄ <0,001*	p ₂₋₃ >0,05 p ₂₋₄ >0,05	p ₃₋₄ <0,001*
Статевонезрілі щурі-самці				
С-реактивний протеїн, мг/л	0,25 ± 0,06	0,53 ± 0,08	0,38 ± 0,09	0,68 ± 0,12
	Тест Тьюкі			
		p ₁₋₂ <0,001* p ₁₋₃ <0,05* p ₁₋₄ <0,001*	p ₂₋₃ <0,05* p ₂₋₄ <0,01*	p ₃₋₄ <0,001*
<p><i>Примітки.</i> p₁₋₂, p₁₋₃, p₁₋₄ – вірогідність відмінностей між контрольною групою і дослідними групами; p₂₋₃, p₂₋₄ – вірогідність відмінностей між групою з тютюнокурінням і групою з введенням натрій глутамату та групою із тютюнокурінням на тлі введення натрій глутамату; p₃₋₄ – вірогідність відмінностей між групою з введенням натрій глутамату і групою з тютюнокурінням на тлі введення натрій глутамату; вірогідність t-критерію Стьюдента при порівнянні статевозрілих та статевонезрілих щурів у відповідних групах p>0,05; * – статистично значимі результати.</p>				

Пасивне тютюнокуріння на тлі застосування натрій глутамату супроводжувалося більш вираженим підвищенням даного показника (на 81,8 % (p<0,001) відносно контрольної групи). Цікаво, що ця величина на 25,0 % перевищувала показник за умови ізольованої дії тютюнового диму, але зміни виявилися статистично невірогідними. Зіставляючи вміст СРП за умови ізольованого введення натрій глутамату та поєднаного застосування досліджуваних чинників, встановлено його переважання на 53,8 % (p<0,001) за умови пасивного тютюнокуріння на тлі застосування натрій глутамату. При цьому ізольоване введення натрій глутамату не зумовило вірогідних змін вмісту СРП у сироватці крові щурів.

У статевонезрілих щурів за умови пасивного тютюнокуріння вміст СРП у сироватці крові вірогідно підвищився у 2,1 раза відносно контрольної групи. Пасивне тютюнокуріння на тлі застосування натрій глутамату супроводжувалося більш вираженим підвищенням вмісту СРП (у 2,7 раза; p<0,001) відносно контрольної групи, що на 28,3 % (p<0,01) вище даного показника за умови ізольованої дії тютюнового диму та на 78,9% (p<0,001) вище показника за умови тривалого введення натрій глутамату. При цьому ізольоване введення натрій глутамату зумовило вірогідне підвищення вмісту СРП у сироватці крові на 52,0% порівняно з даними контрольних щурів.

У віковому аспекті інтенсивність змін вмісту СРП у сироватці крові перевищувала показники статевозрілих самців за умови пасивного тютюнокуріння – на 66,5%, за умови тривалого введення натрій глутамату – на 33,8%, за умови пасивного тютюнокуріння на тлі натрій глутамату – на 90,2% відповідно (рис. 2).

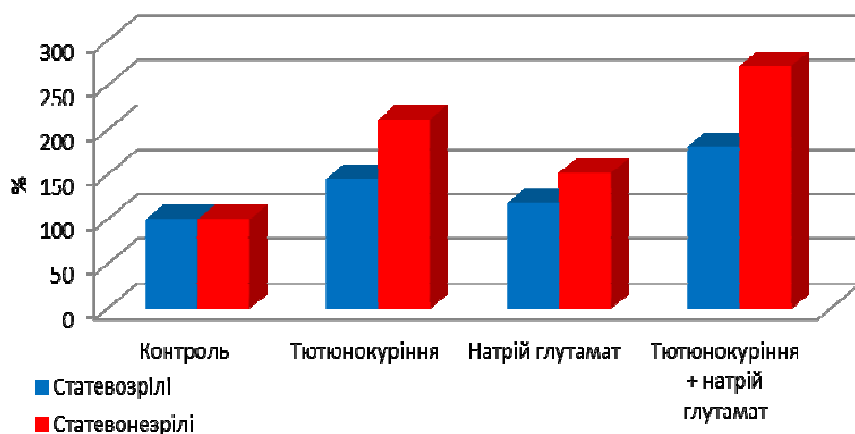


Рис. 2. Зіставлення вмісту СРП у сироватці крові у статевозрілих та статевонезрілих щурів, %

Хоча дослідження, присвячені зміні маркерів запалення залежно від статусу куріння пацієнтів, нечисленні і суперечливі, результати нашої роботи відповідають даним Баздирева Є.Д. і співавторів [5], які обстежили 662 пацієнта з ішемічною хворобою серця без супутньої патології бронхолегеневої системи з метою оцінки вираженості системного запалення залежно від факту куріння. У якості маркерів системного запалення вони проаналізували вміст ІЛ1 β , ІЛ12, TNF α , матричної металопротеїнази-9 і СРП в сироватці крові. Дослідники встановили, що у пацієнтів, які курять, – більш високі показники неспецифічного запалення відносно пацієнтів, які не курять. Достовірно вищі значення системного запалення зберігалися і після зрівнювання груп за фактом перенесеного раніше інфаркту міокарда. Таким чином, науковці зробили висновок, що тютюновий дим володіє самостійною прозапальною дією. Підтвердженням цього є встановлені кореляційні зв'язки між ступенем вираженості неспецифічного запалення та індексом курця і індексом пачко-років [5].

Висновки

Пасивне тютюнокуріння на тлі тривалого введення натрій глутамату супроводжується вираженим підвищенням вмісту прозапального цитокіну – фактору некрозу пухлин- α та реактанта гострої фази запалення – С-реактивного протеїну у сироватці крові щурів, що свідчить про розвиток системної запальної відповіді. У віковому аспекті інтенсивність змін вмісту фактору некрозу пухлин- α та С-реактивного протеїну у статевонезрілих тварин перевищувала дані статевозрілих на 141,9 і 90,2 % відповідно.

1. Аль-Акрас Р. К. М. Влияние окислительного стресса на уровень цитокинов в культуре клеток. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2014. № 4 (23). С. 78–80.
2. Абдрахманова А. И., Амиров Н. Б., Ким З. Ф., Гайфуллина Р. Ф. С-реактивный белок при остром коронарном синдроме: содержание в плазме и прогностическое значение. *Вестник современной клинической медицины*. 2019. Т. 12, Вып. 1. С. 79–85.
3. Асмолов О. К., Рибак Т. А., Смольська І. М. Вплив тютюнопаління на патогенез хронічних обструктивних захворювань легень. *Одеський медичний журнал*. 2008. № 6 (110). С. 70–72.
4. Асфандиярова Н. С. Никотин и система иммунитета. *Имунопатология, аллергология, инфектология*. 2018. № 3. С. 6–12.
5. Баздырев Е. Д., Поликутина О. М., Каличенко Н. А. и др. Взаимосвязь курения с показателями системного воспаления у пациентов с ишемической болезнью сердца. *Клиническая медицина*. 2017. № 95 (3). С. 264–227.
6. Батракова Т. В., Вавилова Т. В., Осипова Н. А. Роль острофазных белков в диагностике послеродового эндометрита (обзор литературы). *Гинекология*. 2016. Т. 18, № 1. С. 37–39.
7. Влияние глипролинов на структурно-функциональное состояние слизистой оболочки желудка и массу тела крыс в условиях длительного введения глутамата натрия / Т. М. Фалалеева, Г. Е. Самонина, Т. В. Береговая и др. *Физика живого*. 2010. Т. 18, № 1. С. 154–159.

8. Глобальне опитування дорослих щодо вживання тютюну (Global Adult Tobacco Survey – GATS) (англ. мова). К., 2017. С. 240.
9. Лизурчик Л. В., Шейда Е. В. Влияние табачного дыма на содержание токсичных элементов в организме крыс. *Вестник ОГУ*. 2014. № 6 (167). С. 71–74.
10. Модуляторні ефекти глутамату натрію на функції циркулюючих фагоцитарних клітин щурів in vivo та in vitro / М. П. Рудик, В. В. Позур, Є. В. Опейда та ін. *Допов. Нац. акад. наук Укр.* 2017. № 5. С. 89–97.
11. Самооцінка населенням стану здоров'я та рівня доступності окремих видів медичної допомоги у 2018 році. (за даними вибіркового опитування домогосподарств у жовтні 2018 року). URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/03/zb_snsz2018pdf.pdf (дата звернення: 12.03.2020).
12. Шальмін О. С., Разнатовська О. М. Роль прозапальних цитокінів та клітин лейкоцитарної формули крові у формуванні імунних реакцій при хіміорезистентному туберкульозі легень. *Сучасні медичні технології*. 2014. № 2. С. 83–89.
13. Application of glutamate-sensitive biosensor for analysis of foodstuff / D. Yu. Kucherenko, I. S. Kucherenko, O. O. Soldatkin, A. P. Soldatkin // *Biotechnologia Acta*. – 2018. – Vol. 11 (4). – P. 57–67.
14. Bhattacharya T. Effect of neonatal exposure of monosodium glutamate in kidney of albino mice – a histological study / T. Bhattacharya, S. K. Ghosh // *Nepal Med. Coll. J.* – 2019. – Vol. 21 (2). – P. 134–141.
15. Cytokines present in smokers' serum interact with smoke components to enhance endothelial dysfunction / S. S. Barbieri, E. Zacchi, P. Amadio, S. Gianellini, L. Mussoni, B. B. Weksler, E. Tremoli // *Cardiovascular Research*. – 2011. – Vol. 90. – P. 475–483.
16. Effect of monosodium glutamate on behavioural phenotypes, biomarkers of oxidative stress in brain tissues and liver enzymes in mice / U. Solomon, O. O. Gabriel, E. O. Henry, I. O. Adrian, T. E. Anthony // *World J. Neurosci.* – 2015. – Vol. 5. – P. 339–349.
17. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes: Council of Europe. Strasbourg. – 1986. – Vol. 123. – P. 1–11.
18. Exposure to secondhand smoke impairs fracture healing in rats / H. A. Santiago, A. Zamarioli, M. D. Sousa Neto, J. B. Volpon // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2017. – Vol. 475(3). – P. 894–902.
19. Global hazards of tobacco and the benefits of smoking cessation and tobacco taxes / P. Jha, M. MacLennan, F. J. Chaloupka, A. Yurekli, C. Ramasundarahettige, K. Palipudi, W. Zatoński, S. Asma, P. C. Gupta // *Disease Control Priorities. The World Bank*. – 2015. – Vol. 3. – P. 175–194.
20. Polymorphisms of tumor necrosis factor alpha gene and coronary heart disease in a Chinese Han population: interaction with cigarette smoking / L. Hou, J. Huang, X. Lu, L. Wang, Z. Fan, D. Gu // *Thromb. Res.* – 2009. – Vol. 123. – P. 822–826.
21. Shapiro H. Macrophages, meta-inflammation, and immuno-metabolism / H. Shapiro, A. Lutaty, A. Ariel // *Scientific World J.* – 2011. – Vol. 11. – P. 2509–2529.
22. Tawfik M. S. Adverse effects of monosodium glutamate on liver and kidney functions in adult rats and potential protective effect of vitamins C and E / M. S. Tawfik, N. Al-Badr // *Food and Nutrition Sciences*. – 2012. – Vol. 3. – P. 651–659.
23. Xenobiotics, oxidative stress, and antioxidants / F. M. El-Demerdash, E. M. Tousson, J. Kurzepa, S. L. Habib // *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. – 2018. – Vol. 2018. – P. 1–2.
24. Yanbaeva D. G. Systemic effects of smoking. / D. G. Yanbaeva, M. A. Dentener, E. C. Creutzberg // *Chest*. – 2007. – Vol. 131 (5). – P. 1557–1566.
25. Zhang Y. Potential effects of umami ingredients on human health: Pros and cons / Y. Zhang, L. Zhang, C. Venkitasamy // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2019. – Vol. 4. – P. 1–9.

References

1. Al'-Akras R. K. M. Vliyaniye okislitel'nogo stressa na uroven' tsitokinov v kul'ture kletok. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2014. Vyp. 4 (23). S. 78–80. [in Russian]
2. Abdrakhmanova A.I., Amirov N.B., Kim Z.F., Gayfullina R.F. S-reaktivnyy belok pri ostrom koronarnom sindrome: sodержaniye v plazme i prognosticheskoye znacheniye. *Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny*. 2019. Vyp. 12(1). S.79–85. [in Russian]
3. Asmolov O. K., Rybak T. A., Smol's'ka I. M. Vplyv tyutyunopalinnya na patohenez khronichnykh obstruktyvnykh zakhvoryuvan' lehen'. *Odes'kyi medychnyy zhurnal*. 2008. – Vyp. 6(110). S. 70–72. [in Ukrainian]
4. Asfandiyarova N. S. Nikotin i sistema immuniteta. *Immunopatologiya, allergologiya, infektologiya*. 2018. Vyp. 3. S. 6–12. [in Russian]

5. Bazdyrev Ye.D., Polikutina O.M., Kalichenko N.A., Slepynina YU.S., Uchasova Ye.G., Pavlova V.YU., Barbarash O.L. Vzaimosvyaz' kurennya s pokazatelyami sistemnogo vospaleniya u patsiyentov s ishemicheskoy bolezn'yu serdtsa. *Klinicheskaya meditsina*. 2017. Vyp.95(3). S.264–227. [in Russian]
6. Batrakova T.V., Vavilova T.V., Osipova N.A. Rol' ostrofaznykh belkov v diagnostike poslerodovogo endometrita (obzor literatury). *Ginekologiya*. 2016. – Vyp.18(1). S. 37–39. [in Russian]
7. Falaleyeva T. M., Samonina G. Ye., Beregovaya T. V. Dzyubenko N.V., Andreyeva L.A. Vliyaniye gliptrolinov na strukturno-funktsional'noye sostoyaniye slizistoy obolochki zheludka i massu tela krysa v usloviyakh dlitel'nogo vvedeniya glutamata natriya. *Fizyka zhyvoho*. 2010. – Vyp. 18 (1). S. 154–159. [in Russian]
8. Hlobal'ne opytuvannya doroslykh shchodo vzhyvannya tyutyunu (Global Adult Tobacco Survey – GATS). 2017. 240 s. [in Ukrainian]
9. Lizurchik L. V., Sheyda Ye. V. Vliyaniye tabachnogo dyma na sodержaniye toksichnykh elementov v organizme krysa. *Vestnik OGU*. 2014. Vyp. 6(167). S. 71–74. [in Russian]
10. Rudyk M. P., Pozur V. V., Opeyda YE. V., Voyeykova D. O., Khranov'ska N. M., Fedorchuk O. H., Berehova T. V., Ostapchenko L. I. Modulyatorni efekty hlutamatu natriyu na funktsiyi tsyrkulyuyuchykh fahotsytarnykh klityn shchuriv in vivo ta in vitro. *Dopov. Nats. akad. nauk Ukr*. 2017. Vyp.5. S. 89–97. [in Ukrainian]
11. Samootsinka naselenniam stanu zdorov'ya ta rivnya dostupnosti okremykh vydiv medychnoyi dopomohy u 2018 rotsi. (za danymy vybirkovoho opytuvannya domohospodarstv u zhovtni 2018 roku). *Elektronnyy resurs*:http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/03/zb_snsz2018pdf.pdf [in Ukrainian]
12. Shal'min O.S., Raznatov'ska O. M. Rol' prozapal'nykh tsytokiniv ta klityn leykotsytarnoyi formuly krovi u formuvanni imunnykh reaktsiy pry khimioirezystentnomu tuberkul'ozi lehen'. *Suchasni medychni tekhnolohiyi*. 2014. Vyp. 2. S. 83–89. [in Ukrainian]
13. Kucherenko D. Yu., Kucherenko I. S., Soldatkin O. O., Soldatkin A. P. Application of glutamate-sensitive biosensor for analysis of foodstuff. *Biotechnologia Acta*. 2018. Vol. 11(4). P. 57–67.
14. Bhattacharya T., Ghosh S. K. Effect of neonatal exposure of monosodium glutamate in kidney of albino mice – a histological study. *Nepal Med. Coll. J*. 2019. Vol. 21(2). P.134–141.
15. Barbieri S. S., Zacchi E., Amadio P., Gianellini S., Mussoni L., Weksler B. B., Tremoli E. Cytokines present in smokers' serum interact with smoke components to enhance endothelial dysfunction. *Cardiovascular Research*. 2011. Vol. 90. P. 475–483.
16. Solomon U., Gabriel O. O., Henry E. O., Adrian I.O., Anthony T.E. Effect of monosodium glutamate on behavioural phenotypes, biomarkers of oxidative stress in brain tissues and liver enzymes in mice. *World J. Neurosci*. 2015. Vol. 5. P. 339–349.
17. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes: Council of Europe. Strasbourg. – 1986. Vol. 123. P. 1–11.
18. Santiago H. A., Zamarioli A., Sousa M. D., Volpon J. B. Exposure to secondhand smoke impairs fracture healing in rats. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2017. Vol. 475(3). P. 894–902.
19. Jha P., MacLennan M., Chaloupka F. J., Yurekli A., Ramasundarahettige C., Palipudi K., Zatoński W., Asma S., Gupta P. C. Global hazards of tobacco and the benefits of smoking cessation and tobacco taxes. *Disease Control Priorities. The World Bank*. 2015. Vol. 3. P. 175–194.
20. Hou L., Huang J., Lu X., Wang L., Fan Z., Gu D. Polymorphisms of tumor necrosis factor alpha gene and coronary heart disease in a Chinese Han population: interaction with cigarette smoking. *Thromb. Res*. 2009. Vol. 123. P. 822–826.
21. Shapiro H., Lutaty A., Ariel A. Macrophages, meta-inflammation, and immuno-metabolism. *Scientific World J*. 2011. Vol. 11. P. 2509–2529.
22. Tawfik M. S., Al-Badr N. Adverse effects of monosodium glutamate on liver and kidney functions in adult rats and potential protective effect of vitamins C and E. *Food and Nutrition Sciences*. 2012. Vol. 3. P. 651–659.
23. El-Demerdash F. M., Tousson E. M., Kurzepa J., Habib S. L. Xenobiotics, oxidative stress, and antioxidants. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2018. Vol. 2018. P. 1–2.
24. Yanbaeva D. G., Dentener M. A., Creutzberg E. C. Systemic effects of smoking. *Chest*. 2007. Vol. 131 (5). P. 1557–1566.
25. Zhang Y., Zhang L., Venkitasamy C. Potential effects of umami ingredients on human health: Pros and cons. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019. Vol. 4. P. 1–9.

N. V. Hetsko, I. Y. Krynytska

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

THE CHANGES OF C-REACTIVE PROTEIN AND TUMOR NECROSIS FACTOR- α CONTENT IN RATS OF DIFFERENT AGE WITH MODELED SECOND-HAND TOBACCO SMOKING COMBINED WITH PROLONGED TREATMENT OF MONOSODIUM GLUTAMATE

The World Health Organization considers tobacco smoke as a global health and social problem. The active use of food supplements is ambiguous as regards human health and safety. So, the study of molecular mechanisms of toxicity of isolated and combined action of tobacco smoking and monosodium glutamate is one of the topical issues of modern science.

The study aimed to determine changes in the C-reactive protein and tumor necrosis factor- α of blood serum in rats under secondhand tobacco smoking combined with a long-term monosodium glutamate injection in the age aspect.

Experiments were carried out on 64 outbred white male rats divided into the following groups: I – control group; II – rats with modeled secondhand tobacco smoking; III - rats, which were injected with monosodium glutamate; IV - rats with modeled secondhand tobacco smoking combined with the monosodium glutamate injection. Blood serum TNF- α and CRP content were performed by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) Kit developed by RayBiotech (USA) following the manufacturer's protocol on a Multiscan FC analyzer (Finland).

The findings suggest that under the combined action of secondhand tobacco smoke and monosodium glutamate, the content of TNF- α increased by 2.9 times ($p < 0.001$) vs control group and by 32.3% ($p < 0.002$) exceeded the data under the isolated action of secondhand tobacco smoke. Regarding the CRP, this indicator increased by 45.5% ($p < 0.001$) vs control group. Secondhand tobacco smoke combined with monosodium glutamate use did not cause significant changes vs the isolated effect of tobacco smoke. As regards age, the systemic inflammatory response was more pronounced in immature rats.

Key words: tobacco smoke, monosodium glutamate, age, inflammation.

Надійшла 26.03.2020.

УДК 591.111: (597.551.2+ 597.552.1) : 546.72

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.8

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

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua

ОСОБЛИВОСТІ ОСМОТИЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ЕРИТРОЦИТІВ ТА ВМІСТУ ГЕМОГЛОБІНУ У КРОВІ РИБ ЗА ДІЇ ФЕРУМУ (III)

Досліджено осмотичну резистентність еритроцитів та вміст гемоглобіну в крові коропа та щуки за дії 2 та 5 рибогосподарських гранично-допустимих концентрацій (ГДК) іонів Fe³⁺. Показано, що ці характеристики насамперед залежать від виду риб та концентрації Феруму (III) у воді.

Ключові слова: короп, щука, гемоглобін, осмотична резистентність еритроцитів, Ферум.

Ферум є одним з найбільш поширених елементів у земній корі, проте його концентрація в природних водах дуже мала [13]. Разом з тим відомо, що біоконцентрування Феруму гідробіонтами, включно рибами, здійснюється за низьких концентрацій металу і є важливим з

N. V. Hetsko, I. Y. Krynytska

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

THE CHANGES OF C-REACTIVE PROTEIN AND TUMOR NECROSIS FACTOR- α CONTENT IN RATS OF DIFFERENT AGE WITH MODELED SECOND-HAND TOBACCO SMOKING COMBINED WITH PROLONGED TREATMENT OF MONOSODIUM GLUTAMATE

The World Health Organization considers tobacco smoke as a global health and social problem. The active use of food supplements is ambiguous as regards human health and safety. So, the study of molecular mechanisms of toxicity of isolated and combined action of tobacco smoking and monosodium glutamate is one of the topical issues of modern science.

The study aimed to determine changes in the C-reactive protein and tumor necrosis factor- α of blood serum in rats under secondhand tobacco smoking combined with a long-term monosodium glutamate injection in the age aspect.

Experiments were carried out on 64 outbred white male rats divided into the following groups: I – control group; II – rats with modeled secondhand tobacco smoking; III - rats, which were injected with monosodium glutamate; IV - rats with modeled secondhand tobacco smoking combined with the monosodium glutamate injection. Blood serum TNF- α and CRP content were performed by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) Kit developed by RayBiotech (USA) following the manufacturer's protocol on a Multiscan FC analyzer (Finland).

The findings suggest that under the combined action of secondhand tobacco smoke and monosodium glutamate, the content of TNF- α increased by 2.9 times ($p < 0.001$) vs control group and by 32.3% ($p < 0.002$) exceeded the data under the isolated action of secondhand tobacco smoke. Regarding the CRP, this indicator increased by 45.5% ($p < 0.001$) vs control group. Secondhand tobacco smoke combined with monosodium glutamate use did not cause significant changes vs the isolated effect of tobacco smoke. As regards age, the systemic inflammatory response was more pronounced in immature rats.

Key words: tobacco smoke, monosodium glutamate, age, inflammation.

Надійшла 26.03.2020.

УДК 591.111: (597.551.2+ 597.552.1) : 546.72

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.8

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

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: khomenchuk@tnpu.edu.ua

ОСОБЛИВОСТІ ОСМОТИЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ЕРИТРОЦИТІВ ТА ВМІСТУ ГЕМОГЛОБІНУ У КРОВІ РИБ ЗА ДІЇ ФЕРУМУ (III)

Досліджено осмотичну резистентність еритроцитів та вміст гемоглобіну в крові коропа та щуки за дії 2 та 5 рибогосподарських гранично-допустимих концентрацій (ГДК) іонів Fe³⁺. Показано, що ці характеристики насамперед залежать від виду риб та концентрації Феруму (III) у воді.

Ключові слова: короп, щука, гемоглобін, осмотична резистентність еритроцитів, Ферум.

Ферум є одним з найбільш поширених елементів у земній корі, проте його концентрація в природних водах дуже мала [13]. Разом з тим відомо, що біоконцентрування Феруму гідробіонтами, включно рибами, здійснюється за низьких концентрацій металу і є важливим з

екологічної точки зору [10]. Однак його акумулювання може становити потенційну небезпеку та призводити до хронічного чи гострого отруєння організму.

З огляду на це, актуальним є пошук біомаркерних показників в організмі риб, які б давали змогу оцінити негативні наслідки дефіциту чи надлишку Феруму. Такі дослідження також допоможуть оцінити рівень забрудненості водного середовища сполуками Феруму, адже риби є цінними біоіндикаторами [11].

Кров є багатофункціональною системою, а зміна гематологічних показників може об'єктивно відображати стан організму прісноводних риб [12]. Однією з основних мішеней дії металів є формені елементи крові. У риб вони чутливі до дії низки токсикантів неорганічної та органічної природи, включно металів [9].

Для функціонування гемоглобіну, що міститься в еритроциті, важлива цілісність останнього. Однією з характеристик еритроцитів є осмотична резистентність, яка формується в результаті дії на організм зовнішніх і внутрішніх чинників. Її зниження відбувається внаслідок змін структурних і функціональних властивостей мембран еритроцитів, що виникають при старінні організму, захворюваннях, токсичних впливах тощо [8].

Особливий інтерес до досліджень мембрани еритроцитів пов'язаний перш за все з тим, що ці клітини беруть участь у процесах, пов'язаних з підтриманням гомеостазу на рівні цілого організму [4].

При порушенні осмотичної резистентності відбувається зниження стійкості клітин до деформації, знижується активність багатьох ферментів і гормонів, що прискорює процеси старіння і руйнування клітин [2].

У роботі було досліджено осмотичну резистентність еритроцитів та вміст гемоглобіну в крові коропа та щуки за дії підвищених концентрацій іонів Fe^{3+} , що, на наш погляд, представляє інтерес для оцінки фізіологічного стану риб та якості води за умов забруднення водотоків металами.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведено на дворічках коропа (*Cyprinus carpio* L.) і щуки (*Esox lucius* L.) з середньою масою 300–350 г. Дослідних риб вилучували зі ставків Тернопільського рибкомбінату, в урочищі Залісці. Для експериментального витримування риб використовували відстояну водопровідну воду. Вміст кисню у воді акваріумів підтримували на рівні 7,0–8,0 мг/л. Перед дослідом риб аклімували 3 доби в басейнах об'ємом 2 м³.

В експериментах риб утримували в лабораторних акваріумах об'ємом 200 л з розрахунку 40 дм³ на одну особину. Вивчали вплив на риб іонів Fe^{3+} в концентраціях 0,2 і 0,5 мг/дм³, що відповідали 2 та 5 рибогосподарським ГДК. Необхідні концентрації іонів металу у воді створювали внесенням солі $FeCl_3 \times 6 H_2O$ кваліфікації «х.ч.». Контролем служили величини досліджуваних показників тканин риб, які перебували у воді акваріумів без додавання Феруму (III). З метою запобігання хронічного впливу на риб їх власних екзометаболітів воду в акваріумах змінювали щодобово. Період утримування риб у токсичних умовах становив 14 діб.

Після зазначеного терміну відбирали кров для дослідження із серця риб. Голку для взяття крові з метою запобігання коагуляції попередньо обробляли розчином гепарину. Досліди виконувались відповідно до правил Європейської конвенції про гуманне ставлення до лабораторних тварин та «Загальних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим національним конгресом з біоетики.

Осмотичну резистентність еритроцитів риб визначали за універсальним методом в модифікації Ідельсона Л.І. [1]. Для цього в центрифужні пробірки доливали по 5 мл робочих розчинів хлориду натрію з концентрацією від 0,60 до 0,10%. У кожену пробірку додавали по 0,02 мл перемішаної гепаринізованої крові та залишали при кімнатній температурі на 30 хв, після чого центрифугували при 2000 об/хв протягом 5 хв. З кожної пробірки зливали надосадову рідину і вимірювали на фотоелектроколометрі при довжині хвилі 540 нм проти холостої проби. Холоста проба – надосадова рідина в пробірці, що містить 0,6% розчин натрій хлориду. За 100% гемоліз приймали гемоліз в пробірці, що містить 0,1% розчин хлориду натрію. Обчислювали відсоток гемолізу в кожній пробірці за формулою:

Відсоток гемолізу = $E_x \cdot 100 / E_1$, де

E_1 – екстинкція надосадової рідини в пробірці з 0,1% розчином хлориду натрію;

E_x – екстинкція досліджуваної проби;

Рівень гемоглобіну досліджували гемоглобінціанідним методом [3]. Усі одержані дані піддавали статистичній обробці з використанням пакету Microsoft Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

Важливе значення при оцінці осмотичної резистентності еритроцитів має значення концентрацій натрій хлориду початку (OR-min) і закінчення (OR-max) гемолізу. Аналіз отриманих даних показав, що у еритроцитах крові коропів контрольної групи гемоліз починається при зниженні концентрації розчину хлориду натрію до 0,40% (рис. 1). Разом із тим за впливу 5 ГДК іонів Fe^{3+} було відмічено зниження OR-min до 0,5% розчину NaCl. Уже за цієї концентрації мало місце руйнування більше 5% еритроцитів. Така ж тенденція відзначається при подальшому зниженні концентрації солі до 0,4%, коли було відмічено руйнування 33,0% формених елементів крові за дії 5 ГДК проти 22,5% у контрольній групі. За концентрації гіпотонічного розчину 0,3% відбувається гемоліз 82,9%, 84,1% та 86,2% еритроцитів у контрольній групі і за дії 2 та 5 ГДК іонів Fe^{3+} відповідно. Практично повністю руйнуються всі еритроцити при розведенні розчину до концентрації 0,2% у всіх групах коропів (рис. 1). Отже, можна відзначити, що найнижчою осмотичною резистентністю володіють еритроцити коропів, що зазнавали впливу 5 ГДК Феруму (III). Очевидно, високі концентрації призводять до порушення цілісності мембрани, що обумовлено накопиченням прихованих структурних пошкоджень у білково-ліпідному каркасі мембран низько- і високостійких еритроцитів [7].

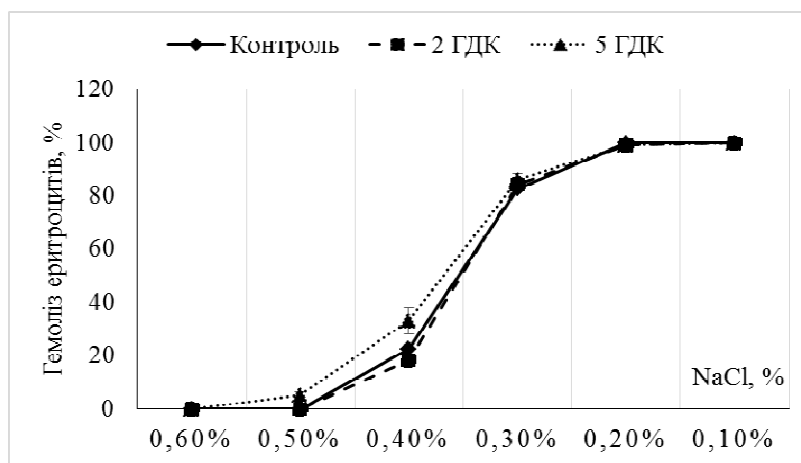


Рис. 1. Осмотична резистентність еритроцитів коропа за дії підвищених концентрацій Fe^{3+} ($M \pm m$, $n=5$)

При дослідженні осмотичної резистентності крові еритроцитів шуки за впливу підвищених концентрацій були помічені інші закономірності (рис. 2). Як у контрольній, так і дослідних групах спостерігали початок гемолізу вже у 0,5% гіпотонічному розчині. Ступінь руйнування еритроцитів при цьому становив 30,0% у контрольній групі, 14,0% за дії 2 ГДК іонів Fe^{3+} та 18,6% за впливу 5 ГДК Феруму (III). Слід відзначити, що в контролі спостерігали нижчі значення осмотичної резистентності еритроцитів крові шуки порівняно з дослідними групами риб. Так, за концентрації розчину натрій хлориду 0,4% осмотична резистентність еритроцитів була на 25% при 2 ГДК та на 130% за дії 5 ГДК іонів Fe^{3+} вищою щодо контрольної групи риб. У гіпотонічному розчині з концентрацією NaCl 0,3 % ступінь гемолізу еритроцитів крові шуки становив 93,1%, 76,0% та 62,1% у групах контролю, 2 ГДК та 5 ГДК відповідно. Як і в коропа, за концентрації 0,2% було відмічено 100% руйнування червоних кров'яних тілець у шуки. Можна припустити, що підвищення осмотичної резистентності еритроцитів з підвищенням концентрації іонів Феруму у водному середовищі пов'язано з підвищенням щільності біліпідного шару плазматичної мембрани еритроцитів.

Зростання осмотичної резистентності еритроцитів щуки за впливу високих концентрацій може бути обумовлено посиленням пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) [6]. Інтенсифікація ПОЛ клітинних мембран викликає ущільнення ліпідного шару, збільшення його мікров'язкості, скорочення площі білокліпідних взаємодій, зміну активності ферментних систем та мембранної проникності [5].

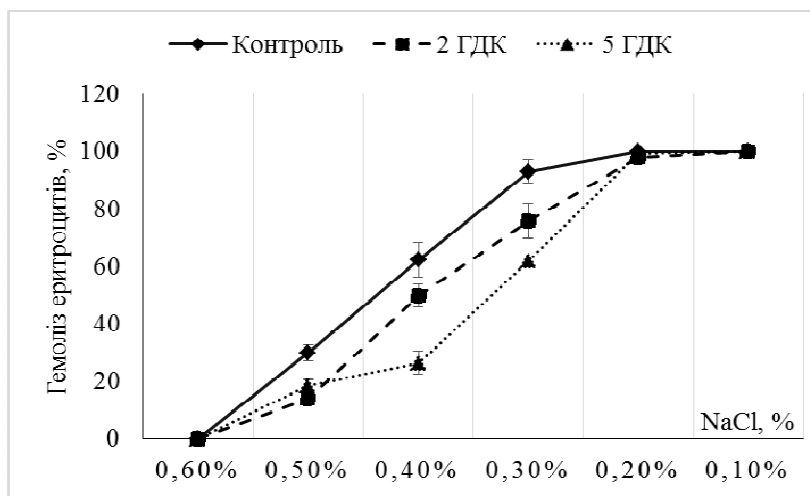


Рис. 2. Осмотична резистентність еритроцитів щуки за дії підвищених концентрацій Fe^{3+} ($M \pm m$, $n=5$)

Відмінності в концентраціях гіпотонічних розчинів, що характеризують початок гемолізу еритроцитів у коропа та щуки, а також різна осмотична стійкість плазматичних мембран еритроцитів риб за дії підвищених концентрацій іонів Fe^{3+} вказують на видоспецифічність досліджуваних параметрів та різні механізми адаптації формених елементів риб до несприятливих чинників водного середовища.

Рівень гемоглобіну в коропа збільшується за впливу 5 ГДК іонів Fe^{3+} , тоді як у щуки рівень пігменту достовірно знижується за даної концентрації іонів металу (рис. 3). За впливу 2 ГДК іонів металу достовірних змін кількості гемоглобіну у крові досліджуваних видів риб виявлено не було.

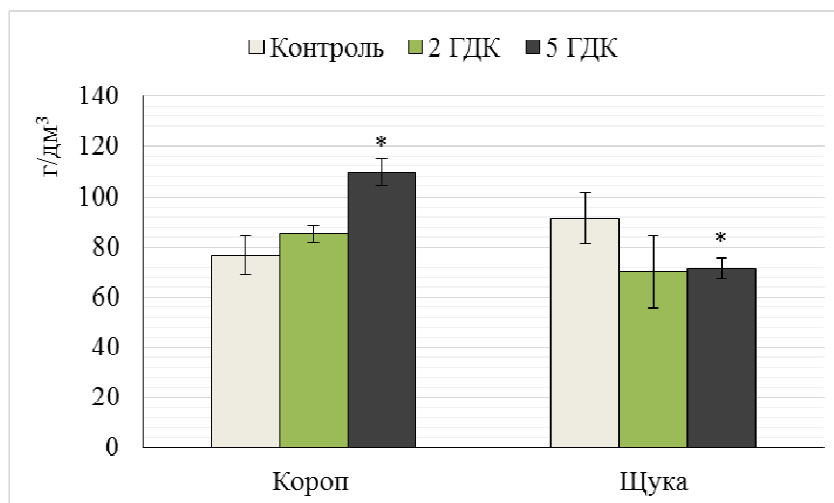


Рис. 3. Вміст гемоглобіну у крові риб за дії іонів Fe^{3+} ($M \pm m$, $n = 5$)

Очевидно, відмінності обумовлені екологічними та фізіолого-біохімічними особливостями цих видів риб.

Висновки

Підвищені концентрації іонів Fe^{3+} призводять до змін осмотичної резистентності еритроцитів та вмісту гемоглобіну в крові коропа і щуки. Відзначено, що високі концентрації Феруму (5 ГДК) у коропа призводять до зниження стійкості мембран еритроцитів, а у щуки до підвищення даного параметру. Видоспецифічністю характеризуються і зміни вмісту гемоглобіну у крові досліджуваних видів риб. Мало місце зростання кількості пігменту у крові коропа та зниження його кількості у щуки за дії 5 ГДК іонів металу.

1. Идельсон Л. И. Справочник по функциональной диагностике / под ред. И. А. Кассирского. М. : Медицина, 1970. С. 401.
2. Изергина Е. Е., Изергин И. Л. К вопросу об осмотической резистентности эритроцитов периферической крови молодежи кеты (Oncorhynchus Keta). *Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана*. 2011. Вып. 23. С. 18–25.
3. Кушаковський М. С. Клинические формы повреждения гемоглобина. Л. : Медицина, 1968. 324 с.
4. Морозова В. Т., Луговская С. А., Почтарь М. Е. Эритроциты : структура, функции, клинико-диагностическое значение. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2007. № 10. С. 21–35.
5. Мухомедзянова С. В., Пивоваров Ю. И., Богданова О. В., Дмитриева Л. А., Шулунов А. А. Липиды биологических мембран в норме и патологии (обзор литературы). *Acta biomedica scientifica*. 2017, Том 2, № 5, Часть 1. С. 43–49
6. Особливості перекисного окиснення ліпідів риб за умов підвищених концентрацій йонів Fe^{3+} /Рабченюк О. О. та ін. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2018. № 3–4 (74). С. 38–46. За авторами
7. Попова И. Е. Изучение структурных свойств эритроцитов крови новорожденных при оксидативном стрессе, вызванном гипоксией: дис. ... д-ра биол. наук. : Воронеж, 2007. 250 с.
8. Сравнительный анализ осмотической резистентности эритроцитов у различных по экологии Teleostei /Андреева А. М. и др. *Вестник Санкт-Петербургского университета*. 2013. Сер. 3. Вып. 4. С. 3–13. За авторами
9. Devi V., Radhakrishnaiah K. Changes in total lipids in the osmoregulatory organs of the fresh concentrations of mercury. *Z. Angew. Zool.*, 1990. Vol. 77, no. 1. P. 121–126.
10. Gregorovic´ G., Kralj-Klobuc´ar N., Kopiar N. Histological and morphometric study on the tissue and cellular distribution of iron in carp *Cyprinus carpio* L. During chronic waterborne exposure. *J. Fish Biol.* 2008. Vol. 72. P. 1841–1846.
11. Rayment G. E., Barry G. A. Indicator tissues for heavy metal monitoring – additional attributes. *Marine Pollution Bulletin*. 2000. Vol. 41, № 7–12. P. 353–358.
12. Serpunin G. G., Likhatchyova O. A. Use of the ichthyohaematological studies in ecological monitoring of the reservoirs. *Acta Vet. Brno*. 1998. Vol. 67. P. 339–345.
13. Wood Chris M., Farrell Anthony P., Brauner Colin J. Homeostasis and toxicology of essential metals edited. *Fish Physiology*. London : Academic Press. 2011. Vol. 31. Part A. P. 1–497.

References

1. Idel'son L. I. V kn. : Spravochnik po funkcional'noj diagnostike / Pod red. I. A. Kassirskogo. – М., Medicina, 1970. S. 401. [in Russian]
 2. Izergina E. E., Izergin I. L. K voprosu ob osmoticheskoy rezistentnosti eritrocitov perifericheskoy krovi molodi kety (Oncorhynchus Keta). *Issledovanija vodnyh biologicheskikh resursov Kamchatki i severo-zapadnoj chasti Tihogo okeana*. 2011, vyp. 23. S. 18–25. [in Russian]
 3. Kushakovs'kij M.S. Klinicheskie formy povrezhdenija gemoglobina. L. : Medicina, 1968. 324 s. [in Russian]
 4. Morozova V. T., Lugovskaja S. A., Pochtar' M. E. Jeritrocity : struktura, funkcii, kliniko-diagnosticheskoe znachenie. *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika*. 2007. № 10. S. 21–35. [in Russian]
 5. Muhomedzjanova S. V., Pivovarov Ju. I., Bogdanova O. V., Dmitrieva L. A., Shulunov A. A. Lipidy biologicheskikh membran v norme i patologii (obzor literatury). *Acta biomedica scientifica*. 2017, Tom 2, № 5, Chast' 1. S. 43–49. [in Russian]
 6. Osoblyvosti perekysnoho okysnennia lipidiv ryb za umov pidvyshchenykh kontsentratsii yoniv Fe^{3+} . Rabcheniuk O. O., Khomenchuk V. O., Stanislavchuk H. V., Zghurska S. B. Kurant V. Z. *Nauk. zap. Ternop. nats. ped. un-tu. Ser. Bioloheia*. 2018. № 3–4 (74). S. 38–46. [in Ukrainian]
 7. Popova I. E. Izuchenie strukturnykh svojstv eritrocitov krovi novorozhdennykh pri oksidativnom stresse, vyzvanom gipoksiej: dis. ... d-ra biol. nauk. Voronezh, 2007. 250 s. [in Russian]
- 66 ISSN 2078-2357. Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол., 2020, № 1–2 (79)

8. Sravnitel'nyj analiz osmoticheskoy rezistentnosti jерitroцитov u razlichnyh po jekologii Teleostei. Andreeva A. M., Rjabceva I. P., Rudneva I. I., Shajda V. G., Lamash N. E., Dmitrieva A. Je. Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. 2013. Ser. 3. Vyp. 4. S. 3–13. [in Russian]
9. Devi B., Radhakrishnaiah K. Changes in total lipids in the osmoregulatory organs of the fresh concentrations of mercury. Z. Aggew. Zool., 1990. Vol. 77, no. 1. P. 121–126.
10. Gregorovic´ G., Kralj-Klobuc´ar N., Kopiar N. Histological and morphometric study on the tissue and cellular distribution of iron in carp *Cyprinus carpio* L. During chronic waterborne exposure. J. Fish Biol. 2008. Vol. 72. P. 1841–1846.
11. Rayment G. E., Barry G. A. Indicator tissues for heavy metal monitoring – additional attributes. Marine Pollution Bulletin. 2000. Vol. 41, № 7–12. P. 353–358.
12. Serpunin G. G., Likhachyova O. A. Use of the ichthyohaematological studies in ecological monitoring of the reservoirs. Acta Vet. Brno. 1998. Vol. 67. P. 339–345.
13. Wood Chris M., Farrell Anthony P., Brauner Colin J. Homeostasis and toxicology of essential metals edited. Fish Physiology. London : Academic Press. 2011. Vol. 31. Part A. P. 1–497.

V. O. Khomenchuk, O. O. Rabcheniuk, V. V. Futryk, V. Z. Kurant
 Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

FEATURES OF OSMOTIC RESISTANCE OF ERYTHROCYTES AND HEMOGLOBIN CONTENT IN THE BLOOD OF FISH UNDER THE ACTION OF FERUM (III)

The osmotic resistance of erythrocytes and the content of hemoglobin in the blood of carp (*Cyprinus carpio* L.) and pike (*Esox lucius* L.) under the action of Fe^{3+} ions at concentrations of 0.2 and 0.5 mg/dm³, were under study which corresponded to 2 and 5 maximum permissible concentration (MPC). The research demonstrated that increased concentrations of Fe^{3+} ions lead to changes in the osmotic resistance of erythrocytes and the content of hemoglobin in the blood of carp and pike. The findings suggest that high concentrations of Iron (5 MPC) in carp lead to a decrease in the resistance of erythrocyte membranes, and in pike it led to increased osmotic resistance of erythrocytes, which is apparently due to different mechanisms of adaptation of fish erythrocyte membranes to adverse aquatic environment. Species-specificity is also characterized by changes in the content of hemoglobin in the blood of fish species which were researched. An increased amount of pigment in the blood of carp and a decreased amount of hemoglobin in pike under the action of 5 MPC of metal ions was established. The obtained results can be used to assess the physiological condition of fish and water quality under conditions of contamination of watercourses with metals.

Key words: carp, pike, hemoglobin, osmotic resistance of erythrocytes, Iron.

Надійшла 05.05.2020.

ЕКОЛОГІЯ

УДК 575.224

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.9

¹М. А. КРИЖАНОВСЬКА, ²Н. Я. ГОЛУБ

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

²Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005
kryganovska@chem-bio.com.ua

ЗМІНА ЧИСЕЛЬНОСТІ *DROSOPHILA MELANOGASTER* НА ФОНІ ВИКОРИСТАННЯ КОНДИТЕРСЬКОГО АРОМАТИЗАТОРА «ВАНІЛІН»

У статті представлені результати дослідження впливу ароматизатора «Ванілін» у концентраціях 1 мг/кг (рекомендована доза), 10 мг/кг та 20 мг/кг на чисельність *Drosophila melanogaster* ліній *Normal*, *vestigial* та *white*. Експериментально встановлено, що застосування рекомендованої дози ароматизатора та доз, збільшених у 10 та 20 разів, сприяло підвищенню чисельності лінії *Normal* у порівнянні до контрольної групи на 11,0%, 9,9% та 5,9% відповідно. Збільшення чисельності спостерігалось і у лінії *vestigial*. Лінія *white* продемонструвала зменшення чисельності нащадків на 21,3% та 11,1% при додаванні рекомендованої дози та дози, збільшеної в 10 разів. Проте додавання збільшеної у 20 разів дози привело до збільшення чисельності на 137%.

Ключові слова: *Drosophila melanogaster*, лінії *Normal*, *vestigial* та *white*, харчовий ароматизатор «Ванілін», чисельність, генотоксичний вплив.

На сьогодні важко уявити харчову промисловість без використання різноманітних харчових добавок: ароматизаторів, підсилювачів смаку, емульгаторів, барвників та інших харчових сумішей, які надають харчовим продуктам не лише апетитного вигляду, але й чудового смаку та приємного запаху. Першими смаковими речовинами були прянощі, зокрема кориця, гвоздика, всі види перцю, ваніль, мускатний горіх та інші [7, 13].

Нині відомо понад 3000 найменувань штучних харчових ароматизаторів, більшість з яких представлена широким комплексом синтетичних компонентів [2, 3, 5]. На жаль, окремі харчові добавки, такі як пропіленгліколь, бензойна кислота, нітрит натрію, бісульфіт натрію, бензиловий спирт, галова кислота та інші, володіють мутагенними або канцерогенними властивостями [8, 9, 15]. І хоча за їх складом здійснюється постійний контроль, все ж вони можуть бути небезпечними для здоров'я людини [6]. Крім того, законодавством України не встановлено обов'язкового тестування нових харчових добавок на мутагенну активність, що створює потенційну небезпеку їх вживання [16].

У природі ваніль зустрічається в складі багатьох етерних олій та, особливо, у стручках *Vanilla planifolia* та *Vanilla pompona*. Істотна користь ваніліну для людини полягає в наявності поліфенолів. Цей продукт містить у своєму складі природний комплекс антиоксидантів, який нормалізує обмін речовин, що уповільнюють процеси старіння і продовжують молодість, нейтралізуючи вільні радикали. Натуральний екстракт найпопулярнішого в світі аромату дуже

дорогий і зустрічається у магазинах украї рідко. Тому для задоволення потреб харчової промисловості виникла необхідність синтезу штучного ароматизатора «Ванілін» [4].

Синтетичний ароматизатор «Ванілін» широко використовують у харчовій промисловості, забезпечуючи запах натуральної ванілі та характерний смак. Особливо великі масштаби застосування синтетичного ароматизатора спостерігається у дитячому харчуванні (молочні вироби, солодощі, десерти, безалкогольні напої тощо). Проте імітація природного ваніліну не містить тих цілющих для організму компонентів, які є в натуральному продукті [12, 14]. Крім того, у його складі наявні хімічні сполуки, які шкідливі для здоров'я. Найбільш небезпечною складовою даного ароматизатора є кумарин, який є канцерогеном та може руйнувати печінку [10].

Мета наукового дослідження полягала у вивченні впливу синтетичного ароматизатора «Ванілін» на репродуктивні показники *Drosophila melanogaster*.

Матеріал і методи досліджень

Об'єктом дослідження виступили мухи ліній *Normal*, *vestigial*, *white*, у яких проводили підрахунок одержаних нащадків. Матеріалом для досліджень слугували розчини різних концентрацій харчового ароматизатора «Ванілін» торгової марки «Скорпіо-Аромат»TM, яка не розголошує склад своєї продукції.

Для вивчення генотоксичного впливу рідкого синтетичного ароматизатора «Ванілін» його вносили у стандартне живильне середовище (50 мл) у рекомендованій дозі (0,25 мг), дозі, збільшеній у 10 разів (2,5 мг), і дозі, збільшеній у 20 разів (5 мг), та ретельно перемішували склянню паличкою. Готове середовище розливали у пробірки, у які поміщали по 14 мух *D. melanogaster* (6 самок та 8 самців). Чисельність кожної лінії вивчали у десяти повторях. Після появи перших лялечок батьківські особини вилучали. На 8 добу з'явилися перші нащадки, яких вилучали із пробірок та підраховували. Повторний підрахунок поводили на 12 та 16 доби [11]. Первинну обробку отриманих даних виконували в пакеті аналізу програми Microsoft Office Excel 2007.

Результати досліджень та їх обговорення

Результати дослідження чисельності нащадків лінії *Normal* під впливом ароматизатора «Ванілін» представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Середня чисельність нащадків лінії *Normal*, одержаних на живильному середовищі з ароматизатором «Ванілін»

Дозування ароматизатора «Ванілін»	Показники				% до контр.
	$M \pm m$	$\sigma \pm m_{\sigma}$	td	P	
Контроль	118,3 ± 3,53	31,7 ± 7,1	–	< 0.95	–
1 мг/кг	131,3 ± 48,6	68,5 ± 28,8	0.27	< 0.95	+10.98
10 мг/кг	130,0 ± 31,1	43,8 ± 17,9	0.38	< 0.95	+9.89
20 мг/кг	125,3 ± 21,5	24,0 ± 9,8	0.33	< 0.95	+5.92

Аналізуючи отримані результати у лінії *Normal* під впливом ароматизатора «Ванілін», можна констатувати, що чисельність нащадків, вирощених на живильному середовищі із додаванням рекомендованої дози, дози збільшеної у десять і двадцять разів, перевищувала контрольні результати на 11,0 %, 9,9 % та 5,9 % відповідно. Відсутність репродуктивних втрат свідчить про відсутність токсичної дії досліджуваного ароматизатора, який не викликає появи *de novo* летальних мутацій.

Результати дослідження чисельності нащадків лінії *vestigial* під впливом ароматизатора «Ванілін» представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Середня чисельність нащадків лінії *vestigial*, одержаних на живильному середовищі з ароматизатором «Ванілін»

Дозування ароматизатора «Ванілін»	Показники				% до контр.
	M ± m	σ ± m _σ	td	P	
Контроль	93,6± 2,0	18,31± 4,1	–	–	–
1 мг/кг	266,6± 43,0	60,7± 24,9	4,01	<0,95	+184,8
10 мг/кг	198,6±37,6	105,1±43,1	2,78	<0,95	+112,1
20 мг/кг	239,3±100,8	142,2±58,2	1,44	<0,95	+155,6

Середня чисельність *D. melanogaster*, вирощених на живильному середовищі без ароматизатора, становила 96,3 особини. Використання ароматизатора сприяло збільшенню мух: за рекомендованої дози на 170,3 особини, за дози, збільшеної в 10 разів, – на 102,3 особини, за дози, збільшеної у 20 разів, – на 143 особини у порівнянні з контрольним дослідом. Аналізуючи отримані результати нащадків лінії *vestigial*, треба зазначити, що всі дослідні групи перевищували контроль на 112,18 % – 184,4 %, а найбільш чисельною виявилася група за використання рекомендованої дози ароматизатора «Ванілін». Вочевидь, окремі хімічні компоненти ароматизатора «Ванілін» або утворені ним метаболіти мають здатність впливати на процес гаметогенезу і/або покращувати здатність до запліднення [1]. Крім того, запах і смак ванілі володіє заспокійливою та розслаблюючою дією, а сам ванілін може виступати в ролі афродизіаку.

Результати чисельності нащадків лінії *white* за умови впливу ароматизатора «Ванілін» представлені у таблиці 3. Середня чисельність *D. melanogaster*, вирощених на живильному середовищі без ароматизатора, становила 108 особини. Чисельність мух, вирощених з використання рекомендованої дози ароматизатора, склала 85 особин; за використання дози збільшеної в 10 разів – 96 особин; з використання дози збільшеної в 20 разів – 256 особин.

Таблиця 3

Середня чисельність нащадків лінії *white*, одержаних на живильному середовищі з ароматизатором «Ванілін»

Дозування ароматизатора «Ванілін»	Показники				% до контр.
	M ± m	σ ± m _σ	td	P	
Контроль	108,0 ± 1,58	14,2 ± 3,18	–	–	–
1 мг/кг	85, 0 ± 60,07	84,7 ± 34,6	0,38	< 0,95	-21,3
10 мг/кг	96, 0 ± 56,9	80,2 ± 32,9	0,21	< 0,95	-11,1
20 мг/кг	256,0 ± 86,2	121,6±49,8	5,47	< 0,95	+137,0

Аналіз одержаних результатів показав, що мухи лінії *white* виявилися чутливішими до застосування піддослідного ароматизатора «Ванілін». Середня кількість нащадків цієї групи зменшилася вже за використання рекомендованої дози на 21,3 % порівняно із контрольною групою. Збільшення дози ароматизатора «Ванілін» у 10 разів (порівняно з рекомендованою дозою) у меншій мірі вплинуло на середню чисельність особин *D. melanogaster* (табл., рис.). Складові синтетичних ароматизаторів є ксенобіотиками, які для живих істот не властиві, оскільки не надходять в організм людини з натуральними продуктами харчування. Вони, потрапляючи в організм, зазнають біотрансформації, яка протікає через ряд ферментативних та спонтанних перетворень, і можуть приводити до утворення як більш, так і менш активних метаболітів у порівнянні з вихідними сполуками. У першому випадку відбувається метаболічна активація ксенобіотиків, у другому – процес детоксикації, який направлений на пришвидшення

виведення потенційно шкідливих сполук з організму шляхом заміни ліпофільних сполук на більш водорозчинні [2]. На основі цього можна припустити, що доза 20-кратного збільшення під час метаболічної активності може утворювати в процесі біотрансформації менш активні метаболіти у порівнянні з вихідними компонентами ароматизатора.

Наглядне коливання і порівняння чисельності *D. melanogaster* дослідних ліній представлено на рисунку 1.

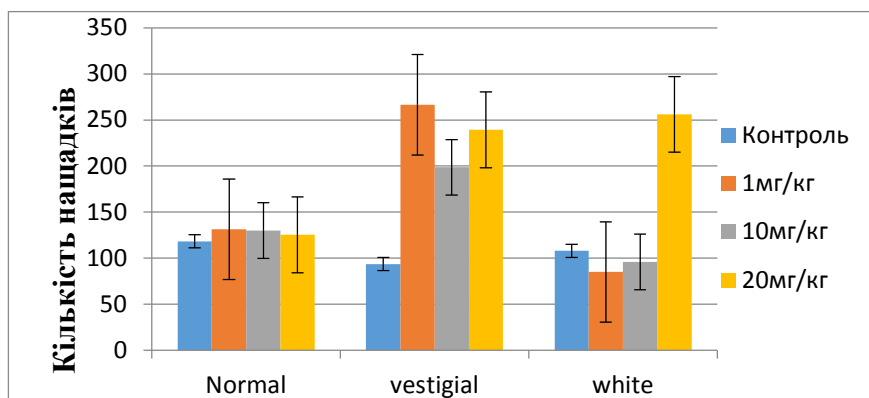


Рис. 1. Порівняння чисельності *D. melanogaster* ліній *Normal*, *vestigial*, *white*, вирощених на живильному середовищі із застосуванням різних доз харчового ароматизатора «Ванілін».

Таким чином, аналіз отриманих результатів щодо впливу рідкого синтетичного ароматизатора «Ванілін» на чисельність нащадків *D. melanogaster* показав, що різні лінії дрозофіл володіють різною реакцією на присутність ароматизатора та на різні його дози, що, очевидно обумовлено особливостями їх геному. Найменша зміна чисельності притаманна лінії дикого типу *Normal*, а більш суттєве коливання, як із збільшенням, так і з зменшенням чисельності, виявлено у мух мутантних ліній *vestigial* і *white*.

1. Артамонова Е. Ю., Синельщикова Т. А., Засухина Г. Д. Различия в антимутагенной активности витаминных препаратов в клетках человека при воздействии мутагенов различной природы. *Генетика*. 1994. Т. 30. № 11. С. 1556–1557.
2. Боднар І., Андрейко О., Боднар Л. Виявлення змін на генному рівні у *Salmonella typhimurium* за дії ароматизаторів продуктів харчування. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : біологія*. Вип. 18, № 1079, 2013. С. 64–70.
3. Булдаков А. С. Пищевые добавки : справочник. СПб. : Северо-Запад, 1996. С. 240–241.
4. Войткевич С. А., Хейфиц Л. А. Ваниль и ванилин. *Пищевые ингредиенты: сырье и добавки*. 1999. № 2. С. 48–49.
5. Гончаренко Т. П. Харчові добавки як об'єкт моніторингових досліджень. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2008. № 4. С. 81–84.
6. Григорьева Р. З. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учеб. пособие. Кемерово : Терра, 2004. С. 86–88.
7. Димань Т. М., Барановський М. М., Ківа М. С. Харчування людини. Біла Церква, 2005. 300 с.
8. Дурнев А. Д., Орещенко А. В., Саршвили Н. Г. Продукты питания и индуцированный мутагенез : обзор. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 1995. № 5. С. 21–23.
9. Дурнев А. Д. Генетическая токсикология. *Вестник Российской Академии медицинских наук*. 2011. № 9. С. 35–43.
10. Дурнев А. Д. Пище-лекарственные взаимодействия: генотоксикологические аспекты. *Фармакогенетика и фармакодинамика*. 2016. № 2. С. 4–9.
11. Крижановська М. А. Генетичний аналіз на *Drosophila melanogaster*. Зошит для лабораторних робіт : методичні рекомендації. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2016. 41 с.
12. Недосекова Н. С. Проблеми використання харчових добавок: продовольча безпека. *Безпека життєдіяльності*. 2009. № 7. С. 2–3.

13. Похлебкин В. В. Все о пряностях. М. : Эксмо, 2007. 118 с.
14. Смирнов Е. В., Викторова Г. К., Метелкина Н. М. Ванильный аромат. *Пищевая промышленность*. 1999. № 3. С. 20–21.
15. Смоляр В. І. Токсичні ефекти харчових добавок. *Проблеми харчування*. 2005. № 1. С. 10–15.
16. Смоляр В. І. Сучасні проблеми використання харчових добавок. *Проблеми харчування*. 2009. № 1/2. С. 5–13.

References

1. Artamonova E. Yu., Sinel'shnikova T. A., Zasukhina G. D. Razlichiya v antimutagennoj aktivnosti vitaminny`kh preparatov v kletkakh cheloveka pri vozdeystvii mutagenov razlichnoj prirody` Genetika. 1994. T. 30. # 11. S. 1556–1557. [in Russian]
2. Bodnar I., Andreiko O., Bodnar L. Vyiavlennia zmin na hennomu rivni u Salmonella typhimurium za dii aromatyzatoriv produktiv kharchuvannia. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Seriya : biolohiia. Vyp. 18, № 1079, 2013. S. 64–70. [in Ukrainian]
3. Buldakov A. S. Pishhevy`e dobavki : spravochnik. SPb. : Severo-Zapad, 1996. S. 240–241. [in Russian]
4. Vojtkevich S. A., Khejficz L. A. Vanil` i vanilin. Pishhevy`e ingredienty` : sy`r`e i dobavki. 1999. # 2. S. 48–49. [in Russian]
5. Honcharenko T. P. Kharchovi dobavky yak obiekt monitorynhovykh doslidzhen. Ekolohiia dovkillia ta bezpeka zhyttiediialnosti. 2008. № 4. S. 81–84. [in Ukrainian]
6. Grigor`eva R. Z. Bezopasnost` prodovol`stvennogo sy`r`ya i produktov pitaniya: ucheb. posobie. Kemerovo : Terra, 2004. S. 86–88. [in Russian]
7. Dyman T. M., Baranovskyi M. M., Kiva M. S. Kharchuvannia liudyny. Bila Tserkva, 2005. 300 s. [in Ukrainian]
8. Durnev A. D., Oreshhenko A. B., Sarishvili N. G. Produkty` pitaniya i induczirovanny`j mutagenez : obzor. Khranenie i pererabotka sel`khozsy`r`ya. 1995. # 5. S. 21–23. [in Russian]
9. Durnev A. D. Geneticheskaya toksikologiya. Vestnik Rossijskoj Akademii mediczinskikh nauk. 2011. # 9. S. 35–43. [in Russian]
10. Durnev A. D. Pishhe-lekarstvenny`e vzaimodejstviya: genotoksikologicheskie aspekty` // Farmakogenetika i farmakodinamika. 2016. # 2. S. 4–9. [in Russian]
11. Kryzhanovska M. A. Henetychnyi analiz na Drosophila melanogaster. Zoshyt dlia laboratornykh robit : metodychni rekomendatsii Ternopil : TNPU im. V. Hnatiuka, 2016. 41 s. [in Ukrainian]
12. Nedosiekova N. S. Problemy vykorystannia kharchovykh dobavok: prodovolcha bezpeka. Bezpeka zhyttiediialnosti. 2009. № 7. S. 2–3. [in Ukrainian]
13. Pokhlebkin V. V. Vse o pryanostryakh M. : E`ksmo, 2007. 118 s. [in Russian]
14. Smirnov E. V., Viktorova G. K., Metelkina N. M. Vanil`ny`j aromat. Pishhevaya promy`shlennost`. 1999. # 3. S. 20–21. [in Russian]
15. Smoliar V. I. Toksychni efekty kharchovykh dobavok. Problemy kharchuvannia. 2005. № 1. S. 10–15. [in Ukrainian]
16. Smoliar V. I. Suchasni problemy vykorystannia kharchovykh dobavok. Problemy kharchuvannia. 2009. № 1/2. S. 5–13. [in Ukrainian]

¹M. A. Kryzhanovska, ²N. Ia. Holub

¹Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, Ukraine

²Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

NUMBER CHANGE OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* AGAINST THE BACKGROUND OF THE VANILIN CONFECTIONERY FLAVOR USAGE

Nowadays it is difficult to imagine the food industry without the use of various food additives, such as flavors, flavor enhancers, emulsifiers, dyes and other food mixtures, which make food both tasty looking and delicious.

Vanilla is found in many essential oils, particularly in the pods of *Vanilla planifolia* and *Vanilla pompona*. Natural extract of the most popular fragrance in the world is very expensive and is not available in stores. Therefore, in order to meet the needs of the food industry, the artificial Vanillin flavor is made.

The negative effect of synthetic vanillin is quite obvious, because it contains chemical compounds harmful to health. The most dangerous component of this fragrance is coumarine. Since

this mixture is a carcinogen, it can ruin the liver. In addition, imitation of natural vanillin does not contain the salubrious components present in the authentic product.

Taking into consideration the fact that the use of synthetic "Vanillin" flavor is widely used by the food industry and the harmful effects on the body have not been properly studied, there is a need to study the effect of "Vanillin" flavor on the physiological and reproductive functions of organisms.

As the object of study, *Drosophila melanogaster* of lines *Normal*, *vestigial*, and *white* have been used, their descendants have been counted. Aiming to study the genotoxic effects of the liquid synthetic "Vanillin" flavor, it was added to a standard nutrient medium (50 ml) at the recommended dose (0.25 mg), a dose of 10-fold (2.5 mg) and a dose of 20-fold (5 mg) The medium was dispensed into test tubes, each of them containing 14 *Drosophila melanogaster* flies (6 females and 8 males). The quantity of each line has been calculated on the 8th, 12th and 16th days.

It was experimentally determined that the use of the recommended dose of flavoring as well as the doses increased by 10 and 20 times, contributed to the increase in the number of *Normal* line compared to the control group by 10.98%, 9.89% and 5.92% respectively. An increase in number was also observed in the *vestigial* line. The *white* line showed a decrease in offspring by 21.3% and 11.1%, respectively, after the addition of the recommended dose and the dose increased by 10 times. However, the addition of 10-fold increased dose resulted in an increase by 137%.

Key words: Drosophila melanogaster, lines Normal, vestigial and white, food flavor "Vanillin", number, genotoxic effect.

Надійшла 19.02.2020.

УДК 502.4

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.10

О. Ю. МАЙОРОВА, Н. М. ЮРКЕВИЧ, М. З. ПРОКОП'ЯК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: majorova@i.ua

ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ: СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Проаналізовано та оцінено сучасний стан природно-заповідного фонду в межах Тернопільської області. Визначено недоліки формування природно-заповідної мережі регіону: низька частка заповідності та суворої заповідності; високий індекс інсуляризованості, низький ступінь ландшафтної репрезентативності; нерегульована та несанкціонована антропогенна діяльність. Запропоновано заходи щодо ефективного функціонування мережі заповідних територій: збільшити площу природно-заповідного фонду регіону до середнього показника в Європі (15 %); збільшити площі екологічно нестабільних територій до 50 га; створити умови для збереження, відновлення і збалансованого використання заповідних територій; зменшити антропогенне навантаження на охоронні об'єкти; підвищити рівень обізнаності населення про туристичні та освітні послуги, які надають природоохоронні території.

Ключові слова: природно-заповідний об'єкт, природно-заповідний фонд, Тернопільська область.

Початок ХХІ ст. можна охарактеризувати як період росту просторової структури природно-заповідного фонду (ПЗФ): у загальнодержавній програмі формування національної екомережі України на період 2000–2015 рр. поставлено завдання збільшити відсоток заповідності до 10,4 % (на той час частка ПЗФ становила лише 4 %) від загальної території країни [3]; у 2011 р. в Законі України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на

this mixture is a carcinogen, it can ruin the liver. In addition, imitation of natural vanillin does not contain the salubrious components present in the authentic product.

Taking into consideration the fact that the use of synthetic "Vanillin" flavor is widely used by the food industry and the harmful effects on the body have not been properly studied, there is a need to study the effect of "Vanillin" flavor on the physiological and reproductive functions of organisms.

As the object of study, *Drosophila melanogaster* of lines *Normal*, *vestigial*, and *white* have been used, their descendants have been counted. Aiming to study the genotoxic effects of the liquid synthetic "Vanillin" flavor, it was added to a standard nutrient medium (50 ml) at the recommended dose (0.25 mg), a dose of 10-fold (2.5 mg) and a dose of 20-fold (5 mg) The medium was dispensed into test tubes, each of them containing 14 *Drosophila melanogaster* flies (6 females and 8 males). The quantity of each line has been calculated on the 8th, 12th and 16th days.

It was experimentally determined that the use of the recommended dose of flavoring as well as the doses increased by 10 and 20 times, contributed to the increase in the number of *Normal* line compared to the control group by 10.98%, 9.89% and 5.92% respectively. An increase in number was also observed in the *vestigial* line. The *white* line showed a decrease in offspring by 21.3% and 11.1%, respectively, after the addition of the recommended dose and the dose increased by 10 times. However, the addition of 10-fold increased dose resulted in an increase by 137%.

Key words: *Drosophila melanogaster*, lines *Normal*, *vestigial* and *white*, food flavor "Vanillin", number, genotoxic effect.

Надійшла 19.02.2020.

УДК 502.4

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.10

О. Ю. МАЙОРОВА, Н. М. ЮРКЕВИЧ, М. З. ПРОКОП'ЯК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: majorova@i.ua

ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ: СТАН, ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Проаналізовано та оцінено сучасний стан природно-заповідного фонду в межах Тернопільської області. Визначено недоліки формування природно-заповідної мережі регіону: низька частка заповідності та суворої заповідності; високий індекс інсуляризованості, низький ступінь ландшафтної репрезентативності; нерегульована та несанкціонована антропогенна діяльність. Запропоновано заходи щодо ефективного функціонування мережі заповідних територій: збільшити площу природно-заповідного фонду регіону до середнього показника в Європі (15 %); збільшити площі екологічно нестабільних територій до 50 га; створити умови для збереження, відновлення і збалансованого використання заповідних територій; зменшити антропогенне навантаження на охоронні об'єкти; підвищити рівень обізнаності населення про туристичні та освітні послуги, які надають природоохоронні території.

Ключові слова: природно-заповідний об'єкт, природно-заповідний фонд, Тернопільська область.

Початок ХХІ ст. можна охарактеризувати як період росту просторової структури природно-заповідного фонду (ПЗФ): у загальнодержавній програмі формування національної екомережі України на період 2000–2015 рр. поставлено завдання збільшити відсоток заповідності до 10,4 % (на той час частка ПЗФ становила лише 4 %) від загальної території країни [3]; у 2011 р. в Законі України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на

період до 2020 року» відзначено необхідність розширення площі ПЗФ до 10 % у 2015 р. і до 15 % у 2020 р від загальної території країни [4, 6]. Тернопільщина як частина території України, яка підпорядковується загальнодержавній програмі формування національної екомережі України, потребує дослідження стану ПЗФ області та розробки наукових основ збалансованого природокористування її ресурсами.

Матеріал і методи досліджень

Фактичним матеріалом до написання роботи була фондова література; державна документація; матеріали Реєстру ПЗФ території Тернопільської області; статті за цією тематикою; власні польові дослідження та ін. Оцінку ПЗФ області проводили з використанням комплексу критеріїв, які визначив Ю. М. Грищенко (2000) [1].

Результати досліджень та їх обговорення

ПЗФ Тернопільської області станом на 1 січня 2020 року має у своєму складі 643 об'єкти. Фактична площа ПЗФ області (без урахування площі тих об'єктів, що входять до складу територій інших заповідних територій) – 123347,8299 гектарів [2]. Розподіл площ територій та об'єктів окремих категорій в ПЗФ області нерівномірний (рисунок). Наприклад, частка площі природного заповідника, 2 національних природних парків, 3 регіональних ландшафтних парків і 132 заказників складає близько 98 % ПЗФ; заповідних об'єктів інших категорій (505 одиниць) – біля 2 %. Це свідчить про переважання у структурі ПЗФ невеликих за площею пам'яток природи, частка яких складає 73,4 % від загальної кількості об'єктів, у той час їх площа становить лише близько 2 % від площі ПЗФ області (рисунок).

Упродовж 1990–2020 рр. встановлено істотне збільшення кількості (на 236 одиниць) заповідних територій, однак це мало вплинуло на збільшення площі ПЗФ Тернопільської області (лише на 21,34 тис. га). Упродовж 2000–2020 рр. в області було створено лише два об'єкти площею понад 500 га: Національний природний парк (НПП) «Кременецькі гори» (6951,2 га) і НПП «Дністровський каньйон» (10829,17 га). Усі інші новостворені заповідні території мають площу від 0,01 га до 50,0 га та орієнтовані на збереження окремих природних об'єктів і видового біорізноманіття в межах невеликих ділянок ареалів їх поширення.

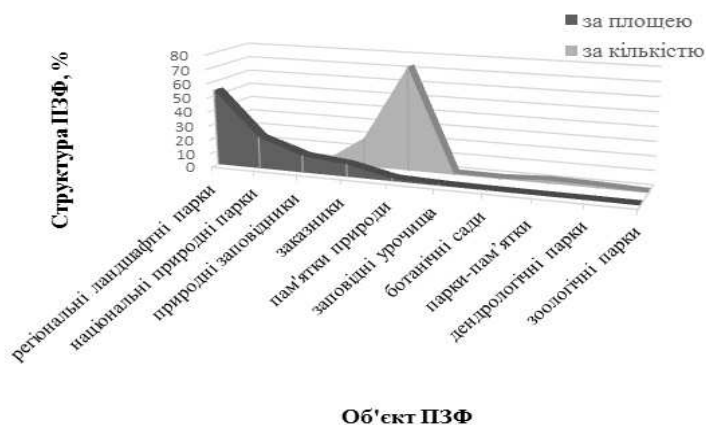


Рис. Структура мережі природно-заповідного фонду Тернопільської області в розрізі основних категорій за кількістю та площею (станом на 1.01.2020 р.).

Така структура ПЗФ Тернопільської області визначає його основні характеристики. Відсоток заповідності, тобто відношення площі ПЗФ до загальної площі області, станом на 1 січня 2020 року є низьким і становить 8,92 %, а відсоток суворої заповідності – лише 0,69 %. Показник суворої заповідності забезпечується заповідними об'єктами з режимом першої категорії (природні заповідники і заповідні зони біосферних заповідників), а серед таких на території області є лише один – природний заповідник «Медобори». Показник щільності

об'єктів ПЗФ, тобто відношення загальної кількості природно-заповідних об'єктів до загальної площі території, становить 4,7 об'єкти/100 км² і є досить високим показником. Середнє значення показника щільності об'єктів ПЗФ в Україні становить 1,08 об'єкти/100 км² [5].

Індекс інсуляризованості ПЗФ Тернопільської області становить 0,49: 0,04 – за площею природно-заповідних територій; 0,94 – за кількістю природно-заповідних територій. Високий індекс інсуляризованості вказує на фрагментарність і подрібненість пам'яток природи у цій області. У реєстрі заповідних територій та об'єктів за 2019 р. із 469 пам'яток природи 348 мають площі менше 2 га, що складає 56 % загальної чисельності об'єктів. Американський геоеколог Р. Форман стверджує, що площа природної рослинності у 2 га є критично мінімальною для біоцентру карликового типу. Тобто, у ПЗФ Тернопільської області 56 % заповідних об'єктів не спроможні здійснювати позитивне збереження біорізноманіття через свою малу площу.

Розподіл на території області об'єктів ПЗФ загальнодержавного і місцевого значень є відносно рівномірним і оцінений нами у 2 бали з 3. Також нами встановлено, що ступінь ландшафтної репрезентативності дослідженої області становить 2 бали з 5 і є задовільним. Наприклад, незважаючи на те, що Тернопільська область розташована у лісостеповій природній зоні зі значним потенціалом лісових ресурсів, охорона лісів області здійснюється на низькому рівні. За 33 % залісненості території Бережанського району Тернопільської області, частка його заповідних територій складає всього 5,5 %, при тому, що більшість лісів мають високий рекреаційний потенціал [7].

Із зазначеного випливають проблеми і прогалини у формуванні ПЗФ Тернопільської області, здатного забезпечити раціональне та ефективне відтворення і збереження ландшафтів, унікальних природних об'єктів, цінних та рідкісних представників флори і фауни: низька частка заповідності та суворі заповідності, високий індекс інсуляризованості, низький ступінь ландшафтної репрезентативності, нерегульована і несанкціонована антропогенна діяльність.

Тому для ефективного функціонування мережі ПЗФ і збереження ландшафтного та біотичного різноманіття на території Тернопільської області пропонуємо такі напрямки розвитку природоохоронної діяльності: збільшити площу ПЗФ області до середнього показника в Європі (15 %) за допомогою створення нових і розширення існуючих природно-заповідних об'єктів місцевого та загальнодержавного значення; збільшити площі екологічно нестабільних територій до 50 га і, таким чином, зменшити їхню частку в ПЗФ Тернопільщини; створити умови для збереження, відновлення і збалансованого використання територій та об'єктів ПЗФ для формування економічного середовища і розвитку сфери зайнятості населення в регіоні; зменшити антропогенне навантаження на території ПЗФ, контролюючи дотримання правил поведінки на території природно-заповідних об'єктів та використовуючи адміністративні стягнення за ці порушення; підвищити рівень обізнаності населення про туристичні та освітні послуги, які надають природоохоронні території.

Висновки

Проведено аналіз розвитку природно-заповідного фонду Тернопільської області протягом останніх 30-ти років та оцінено його сучасний стан. Це дало змогу виокремити недоліки формування ПЗФ області, запропонувати ефективні заходи для покращення його функціонування та науково-обґрунтованого збереження біотичного і ландшафтного різноманіття.

1. Грищенко Ю. М. Основи заповідної справи: навч. посібник. Рівне : РДГУ, 2000. 239 с.
2. Екологічний паспорт. Тернопільська область / Управління екології та природних ресурсів Тернопільської обласної державної адміністрації. Тернопіль. 2020. 165 с. URL: http://ecoternopil.gov.ua/images/Stan_dovkilliya/ecopasport2019.pdf (дата звернення: 14.07.2020 р.).
3. Загальнодержавна програма формування національної екологічної мережі України на 2000–2015 роки / Офіц. веб-портал ВР України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1989-14> (дата звернення: 26.06.2020 р.).
4. Касперевич Л. В. Аналіз стану природно-заповідного фонду України та Львівської області. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 9. С. 80–86.

5. Ковальчук І. П., Андрейчук Ю. М., Жданюк Б. С. Природно-заповідний фонд території Мізоцького кряжу: сучасний стан, його картографічна модель, шляхи оптимізації функціонування. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2012. № 9. С. 374–381.
6. Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року: Закон України від 21 грудня 2010 р. № 2818-VI. / Офіц. веб-портал ВР України. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2818-17> (дата звернення: 14.04.2020 р.).
7. Царик Л., Бакало О., Царик Н. Щодо тенденцій і проблем розвитку заповідної справи в Україні. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2014. № 2. С. 184–188.

References

1. Hryshchenko Yu. M. *Osnovy zapovidnoi spravy: navch. posibnyk*. Rivne : RDTU. 2000. 239 s. [in Ukrainian]
2. *Ekolohichniy pasport. Ternopil'ska oblast / Upravlinnia ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ternopil'skoi oblasnoi derzhavnoi administratsii*. Ternopil. 2020. 165 s. URL: http://ecoternopil.gov.ua/images/Stan_dovkilliya/ecopasport2019.pdf (data zvernennia: 14.07.2020 r.). [in Ukrainian]
3. *Zahalnoderzhavna prohrama formuvannia natsionalnoi ekolohichnoi merezhi Ukrainy na 2000–2015 roky / Ofits. veb-portal VR Ukrainy*. [in Ukrainian]
4. Kasperevych L. V. *Analiz stanu pryrodno-zapovidnoho fondu Ukrainy ta Lvivskoi oblasti. Investytsii: praktyka ta dosvid*. 2017. № 9. S. 80–86. [in Ukrainian]
5. Kovalchuk I. P., Andreichuk Yu. M., Zhdaniuk B. S. *Pryrodno-zapovidnyi fond terytorii Mizotskoho kriazhu: suchasnyi stan, yoho kartohrafichna model, shliakhy optymizatsii funktsionuvannia. Pryroda Zakhidnoho Polissia ta prylehlykh terytorii*. 2012. № 9. S. 374–381. [in Ukrainian]
6. *Pro osnovni zasady (strategiiu) derzhavnoi ekolohichnoi polityky Ukrainy na period do 2020 roku: Zakon Ukrainy vid 21 hrudnia 2010 r. № 2818-VI. / Ofits. veb-portal VR Ukrainy*. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2818-17> (data zvernennia: 14.04.2020 r.). [in Ukrainian]
7. Tsaryk L., Bakalo O., Tsaryk N. *Shchodo tendentsii i problem rozvytku zapovidnoi spravy v Ukraini. Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Serii: heohrafiia*. 2014. № 2. S. 184–188. [in Ukrainian]

O. Yu. Maiorova, N. M. Yurkevych, M. Z. Prokopiak

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

NATURE RESERVE FUND OF TERNOPIL REGION: CURRENT SITUATION, PROBLEMS AND WAYS OF THEIR SOLUTIONS

The development of the nature reserve fund of Ternopil region over the last 30 years has been analyzed and the current situation has been assessed. A significant increase in the number (by 236 units) of protected areas and an insignificant increase of area of the nature reserve fund (by 21.34 kha) have been showed. There are 643 objects in the nature reserve fund of Ternopil region (January 1, 2020). The nature reserve fund of this region includes all categories of protected areas except for biosphere reserves. The nature reserve fund of Ternopil region is able to ensure rational and effective reproduction and preservation of landscapes, unique natural objects, valuable and rare species of flora and fauna. The problems in the formation of the nature reserve fund of this region have been identified. There are such problems as low percentages of nature reserves and strict nature reserves; high insularization index, low degree of landscape representativeness; unregulated and unauthorized anthropogenic activities. The measures of effective functioning of the protected areas network has been suggested. The action points include such measures as an increase of the area of the nature reserve fund of Ternopil region to the average level in Europe (15 %); increasing the area of ecologically unstable areas to 50 ha; creating the conditions necessary for the preservation, restoration and balanced use of protected areas; reducing the anthropogenic load on protected objects; raising public awareness of tourist and educational services provided by protected areas.

Key words: nature reserve object, nature reserve fund, Ternopil region.

Надійшла 30.04.2020.

¹А. П. СТАДНИЧЕНКО, ¹Г. Е. КИРИЧУК, ²Е. И. УВАЕВА, ¹Д. А. ВИСКУШЕНКО

¹Житомирский государственный университет имени Ивана Франко

ул. Большая Бердичевская, 40, Житомир, 10002

²Государственный университет «Житомирская политехника»

ул. Чудновская, 103, Житомир, 10005

e-mail: bio-2016@ukr.net

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ДЕТЕРГЕНТА «SARMA» НА АКТИВНОСТЬ *IN VITRO* РЕСПИРАТОРНОГО МЕРЦАТЕЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ *SINANODONTA* *WOODIANA* (LEA, 1834)

Исследовали влияние анионного детергента «Sarma» в высоких концентрациях на продолжительность работы и частоту биения *in vitro* ресничек мерцательного эпителия жаберного аппарата самцов, самок и гермафродитных особей беззубки китайской *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834). Детергент «Sarma» в концентрациях 3 и 6 мг/дм³ в среде пребывания беззубки удлиняет продолжительность локомоции ресничек и увеличивает частоту их биения. Исследованный детергент в диапазоне концентраций 12–48 мг/дм³ способствует сокращению значений обеих показателей в 1,2–6,2 и в 1,1–8,3 раз соответственно в сравнении с нормой.

Ключевые слова: беззубка, СМС, респираторный эпителий.

В настоящее время антропогенный прессинг на гидросферу привел к загрязнению природных вод компонентами как промышленных, так и хозяйственно-бытовых стоков [4, 10, 18]. Среди них опасными для гидробионтов являются поверхностно-активные вещества (ПАВ) – компоненты синтетических моющих средств (СМС), функцией-мишенью которых у всех жабродышающих животных является мерцательный эпителий их жаберного аппарата. Степень поражения последнего под влиянием поверхностно-активных веществ (ПАВ) обуславливается как концентрацией этого токсиканта, так и физиологическим статусом особей, подвергшихся его воздействию [13, 15–17].

Начало XXI ст. в Украине ознаменовалось появлением и быстрым распространением (сперва в Северном Причерноморье – в Килийской дельте Дуная, несколько позже – в Закарпатье) беззубки китайской *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) – вида-иммигранта, проникшего сюда, скорее всего, по дунайскому инвазионному коридору [11, 20–22]. Этот моллюск юго-восточноазиатского происхождения отличается широкой экологической валентностью, чем и обусловлено его успешное быстрое расселение, особенно в последние десятилетия, в пресных континентальных водоемах (как проточных, так и стоячих) разных континентов [14, 23–26]. Успешность существования появившихся в Украине популяций этого вида-вселенца в значительной мере будет зависеть от степени устойчивости его к загрязнению детергентами заселенных им поверхностных вод. Насколько существенной для китайской беззубки является роль этого антропогенного фактора свидетельствует тот факт, что при действующих в настоящее время ПДК, принятых для ПАВ (0,5 мг/дм³ – для анионных и 0,1 мг/дм³ – для неионных), содержание их в природных водах к настоящему времени в ряде регионов Украины превышено в десятки и сотни раз [9].

Выяснение этого вопроса важно в том отношении, что у этой беззубки, как и у всех остальных *Bivalvia*, от уровня активности респираторного эпителия зависят все важнейшие функции ее жизнеобеспечения. На сегодня установлено только влияние ПАВ на частоту сердцебиения у этого моллюска разных условий температурного режима [5].

Цель работы – выяснить особенности влияния на продолжительность работы и частоту биения *in vitro* ресничек фронтального мерцательного эпителия жаберного аппарата *S. woodiana* при воздействии на нее детергента «Sarma» в высоких концентрациях.

Материал и методы исследования

Материал исследования – 342 особи *S. woodiana* (длина раковин – 12,9–16,1 см, высота – 8,6–9,7 см), собранных вручную в Килийской дельте Дуная у западной границы заповедника «Дунайские плавни» (Одесская обл.) в июне 2011 г. В лабораторию животных транспортировали обернутыми 6-ю слоями мокрой мешковины. В стационарных условиях их сразу же подвергли обязательной предшествующей токсикологическому эксперименту 15-суточной акклимации (объем аквариумов – 50–100 л, плотность посадки особей – 1 экз./10 л воды, температура воды – 20–22°C, pH – 7,4–8,6, оксигенизация – 8,5–9,3 мг O₂/дм³) [19]. Обновление среды ежесуточное, как и кормление особей (растертый сухой корм для рыб).

Токсикологический эксперимент поставлен по стандартной методике [1]. Как токсикант использован детергент «Sigma» (производитель – «Винницабытхим»), который является одним из наиболее востребованных в последние годы в Украине, включительно в Северном Причерноморье. Состав детергента, заявленный производителем: сульфаты (более 30%), карбонаты (5–15%), фосфаты (5–15%), анионные ПАВ (5–15%), неионогенные ПАВ (< 5%), кислородсодержащие отбеливающие вещества (5–15%), силикаты (5–15%), пеногаситель (< 5%), фосфонаты (< 5%), антисорбенты (< 5%), поликарбоксилаты (< 5%), энзимы, оптические отбеливатели, отдушка.

Ориентировочным опытом для *S. woodiana* установлены значения (мг/дм³) LC₀=0,1 и LC₁₀₀=100, а графически (методом скользящей кривой) – LC₅₀=50. В основном опыте задействовано СМС в 5-ти концентрациях в пределах LC₀–LC₅₀ (таблица). Экспозиция – 2 сут.

Продолжительность активности функционирования и частоту биения ресничек фронтального мерцательного жаберного эпителия определяли на временных микропрепаратах по стандартной методике [3], воспользовавшись микроскопом «Биолам» (×200 и ×450) со сниженной степенью освещенности поля зрения (диафрагмирование осветителя). Пол моллюсков устанавливали по [21]. Результаты опыта обработаны методами базовой вариационной статистики [6].

Таблица

Влияние детергента «Sigma» на активность локомоции *in vitro* ресничек мерцательного эпителия жаберного аппарата *Sinanodonta woodiana*

Материал	Продолжительность локомоции (ч)			Частота биения (уд./мин)		
	<i>n</i>	<i>lim</i>	M±m CV	<i>n</i>	<i>lim</i>	M±m CV
Контроль						
Самцы	11	96 – 297	228,3±16,2 10,4	11	223 – 337	310,4±5,8 7,9
Самки	13	115 – 349	235,7±10,1 8,6	12	241 – 360	329,3±6,9 6,3
Гермафродиты	10	110 – 318	220,1±12,3 7,4	10	230 – 352	314,1±4,3 3,8
3 мг/дм³						
Самцы	9	99 – 311	243,1±11,6 12,8	10	241 – 338	327,3±7,8 4,2
Самки	12	117 – 326	251,1±13,3 11,9	11	237 – 349	355,5±6,9 5,0
Гермафродиты	8	120 – 319	249,3±15,9 7,7	9	225 – 354	333,2±9,4 3,9
6 мг/дм³						
Самцы	12	119 – 347	295,7±16,8 9,9	12	248 – 411	400,2±8,6 5,4
Самки	13	122 – 339	319,9±15,5 11,4	12	259 – 443	407,3±9,8 6,6
Гермафродиты	9	141 – 356	323,5±19,4 10,1	8	216 – 339	372,3±6,7 4,8

Продолжение таблицы						
12 мг/дм ³						
Самцы	11	112 – 323	210,3±16,3 11,4	12	231 – 333	309,8±8,7 5,6
Самки	10	107 – 338	201,9±19,8 16,5	10	225 – 319	297,4±4,3 6,7
Гермафродиты	6	99 – 315	209,3±14,6 12,8	8	218 – 339	312,3±6,7 4,8
24 мг/дм ³						
Самцы	13	74 – 168	124,3±10,1 8,7	11	84 – 110	103,6±3,4 4,1
Самки	13	69 – 153	120,1±9,5 6,6	9	79 – 136	94,8±6,7 7,7
Гермафродиты	9	85 – 143	115,8±10,3 10,1	8	88 – 134	100,3±5,1 5,9
48 мг/дм ³						
Самцы	10	37 – 59	42,4±7,3 12,5	10	31 – 53	45,1±3,2 3,7
Самки	10	33 – 57	38,5±8,9 12,1	11	29 – 51	42,4±1,6 5,4
Гермафродиты	7	29 – 44	36,6±7,4 10,3	7	22 – 49	31,5±2,2 6,1

Примечание: *n* – количество исследованных моллюсков, экз.; *lim* – минимальное и максимальное значения; $M \pm m$ – среднее значение показателя с погрешностью к среднему; *CV* – коэффициент вариации, %.

Результаты исследования и их обсуждение

При 3 мг/дм³ ПАВ в среде у всех подопытных *S. woodiana* отмечена тенденция к возрастанию как длительности активности респираторного эпителия, так и частоты биения его ресничек. При 6 мг/дм³ токсиканта подобного рода сдвиги достигают уровня высокой статистической достоверности ($p < 0,01$), составляя у самцов, самок и гермафродитов прирост (в %) для продолжительности активности 21,8, 27,5, 16,3 %, а для частоты биения – 22,2, 14,3, 11,7 % соответственно. Дальнейшее повышение концентрации детергента в среде (с 6 до 48 мг/дм³) сопровождается быстро нарастающим сокращением значений обоих обсуждаемых показателей: у самок – в 8,3 и 8,4 раза, у самцов – в 7,0 и 7,3, у гермафродитов – в 8,8 и 10,6 раза соответственно ($p < 0,01$). Наименьшую степень сдвига значений этих показателей выявлено у самцов, а наибольшую – у гермафродитов.

К настоящему времени установлено, что пребывание моллюсков в средах, содержащих ПАВ, в зависимости от их концентрации, продолжительности воздействия и уровня резистентности к ним этих гидробионтов, сопровождается развитием у них патологического процесса – отравления, каждая из стадий которого характеризуется присущим ей симптомокомплексом [15, 17]. Настоящим исследованием выявлено, что 3 и 6 мг/дм³ ПАВ в среде провоцируют развитие у *S. woodiana* отравление в форме стадии стимуляции, свидетельством чего являются как приведенные выше данные о возрастании активности ее респираторного эпителия, так и проявление у отравленных особей быстрой защитной физиологической реакции в виде интенсификации ослизнения фронтального жаберного эпителия, замедляющей диффундирование детергента внутрь особей.

В среде, содержащей 12 мг/дм³ токсиканта, у беззубок развивается депрессивная стадия патологического процесса. Симптомы начального ее этапа («ранняя» депрессия) – значительное (на 4,34–8,17%) сокращение продолжительности работы мерцательного эпителия у всех, без исключения, категорий исследованных моллюсков. Частота биения ресничек при этом существенно сокращается только у самок (на 6,86 %), тогда как у самцов и гермафродитов она составляет лишь 0,19 и 0,70% соответственно. Наблюдается возрастание ослизнения

эпителия жабр, появление рассыпанной мелкозернистой пастозности покровных тканей мантии и ноги, указывающее на начало развития оводнения, а значит и отечности последних. Степень повреждаемости особей на этой стадии их отравления, однако, такова, которая обеспечивает 100%-ную их выживаемость вплоть до конца экспозиции (на данном этапе эксперимента).

При 24 мг/дм³ ПАВ через 9–12 ч. с начала опыта состояние беззубок соответствует обычному для завершения стадии депрессии («поздняя» депрессия). Для нее характерны патологические изменения респираторного эпителия и кровотечения, быстрое возрастание отечности мягких тканей и ослабления тактильной чувствительности. Тем не менее, к завершению 1-ых суток опыта все особи все еще сохраняли жизнеспособность. Полагают [2, 7, 8], что это связано с их переходом на анаэробный способ использования основного энергетического субстрата – гликогена. Эта адаптация позволяет беззубкам некоторое время выжить в условиях аноксии. При этом, однако, на неповрежденных участках респираторного эпителия продолжительность его работы сокращается вдвое, а частота биения ресничек – втрое. Ко второй половине суток от начала опыта у всех подопытных особей отмечаются выраженные симптомы следующей стадии отравления – сублетальной. Для нее характерны тотальная деструкция респираторного эпителия, обширные разлитые отеки мягкого тела, полное обездвиживание особей, обильное одномоментное опорожнение кишечника. К завершению срока экспозиции у 22,8% особей отмечено развитие завершающей стадии процесса отравления – летальной (в форме «истинного шока»).

При 48 мг/дм³ ПАВ у всех подопытных особей стремительно развивается состояние, соответствующее переходу от «поздней» депрессии в течение 0,5–1,0 сут. в быстро следующее друг за другом сублетальную и летальную стадии. К завершению срока экспозиции смертность подопытных беззубок составляет 98–100%.

Характер изменений показателей продолжительности активности и частоты биения ресничек мерцательного эпителия беззубки в зависимости от уровня содержания детергента в среде их пребывания полностью соответствуют концепции Г. Селье [12], согласно которой небольшие напряжения («эустрессы») в противовес перенапряжениям («дистрессам») оптимизируют жизненную активность организмов, повышая их адаптационные возможности в относительно новых условиях существования. В нашем исследовании эустресс проявлялся при детергента в концентрациях 3 и 6 мг/дм³, тогда как превышающие их концентрации вызывали дистресс.

Исходя из полученных результатов, поскольку к последней четверти XX ст. уровни содержания в природных водах Украины анионоактивных и неионогенных ПАВ превысили значения установленных для них ПДК в 40–200 раз, возможность выживания в них адвентивного вида *S. woodiana* является весьма сомнительной, особенно если учесть, что детергенты очень долго сохраняются в водоемах не разлагаясь.

Выводы

Продолжительность работы фронтального мерцательного эпителия жаберного аппарата и частота биения его ресничек определяются концентрацией ПАВ в среде обитания беззубки китайской *S. woodiana*. Снижение эффективности работы ее респираторного эпителия происходит при воздействии на этих моллюсков детергентом в концентрации 12 мг/дм³, вызывающей у них морфо-физиологические повреждения, ведущие к снижению уровня их общего метаболизма и сопротивляемости действию токсиканта. Повышение концентрации ПАВ до 24 мг/дм³ усиливает чувствительность беззубок к воздействию повреждающего фактора. Интенсивность патоморфологических сдвигов в структурах их организма, ответственных за фильтрацию воды, а следовательно, и за дыхание, резко возрастает. При этом сохранение жизнеспособности особями обеспечивается благодаря наличию у них защитно-приспособительных физиологических реакций. Учитывая то, что в настоящее время уровень загрязнения детергентами природных вод Украины местами катастрофически высок, а эти соединения очень долго сохраняются в водной среде, выжить в таких условиях, не взирая на ее очень широкую экологическую валентность, *S. woodiana* не сможет.

1. Алексеев В. А. Основные принципы сравнительно-токсикологического эксперимента. *Гидробиол. журн.* 1981. Т. 71, № 3. С. 92–100.
2. Биргер Т. И., Маляревская А. Я. О некоторых биохимических механизмах резистентности водных беспозвоночных к токсическим веществам. *Гидробиол. журн.* 1985. Т. 13, № 6. С. 69–73.
3. Веселов Е. А. Биологические тесты при санитарно-биологическом изучении водоемов. *Жизнь пресных вод СССР*. М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1959. Т. 4, Кн. 2. С. 7–37.
4. Єрмошина Т. В. Робота війок миготливого епітелію перлівницевих в умовах антропогенного прессу. Житомир : Житомир. держ. ун-т, 2008. 146 с.
5. Иззатуллаев З. И., Стадниченко А. П., Янович Л. Н. и др. Комплексное воздействие поверхностно-активных веществ (ПАВ) и температурного режима на сердцебиение *Sinanodonta woodiana* (Mollusca, Bivalvia, Unionidae). *Научн. вестн. Самарканд. гос. ун-та.* 2017. С. 157–161.
6. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высш. шк., 1980. 293 с.
7. Маляревская А. Я., Карасина Ф. М. Влияние некоторых поверхностно-активных веществ на гидробионтов. *Гидробиол. журн.* 1983. Т. 19, № 5. С. 84–90.
8. Маляревская А. Я. Биохимические механизмы адаптации гидробионтов к токсическим веществам. *Гидробиол. журн.* 1985. Т. 21, № 3. С. 70–82.
9. Поліщук В. В., Трав'янок В. С., Коненко Т. Д., Тарасевич І. Г. Гідробіологія і гідрохімія річок Правобережного Придніпров'я. К.: Наук. думка, 1978. 208 с.
10. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии. К. : Обереги, 2001. 723 с.
11. Сон М. О. Моллюски-вселенцы в пресных и солоноватых водах Северного Причерноморья. Одесса : Друк, 2007. 132 с.
12. Селье Г. Стресс без дистресса. М. : Прогресс, 1982. 352 с.
13. Стадниченко А. П., Иваненко Л. Д. Влияние различных концентраций поверхностно-активных веществ на содержание сухого остатка гемолимфы роговой катушки. *Mater. IX Miedzynarod. nauk.-praktyczn. konfer. «Europejska nauka XXI powieka»*, 2013. Vol. 24. S. 29–35.
14. Стадниченко А. П. Види-вселенці у складі прісноводної малакофауни України: зб. наук. праць «Водні і наземні екосистеми та збереження їх біорізноманіття». Житомир : Б. в., 2019. С. 57–59.
15. Уваєва О. І. Порушення очищувальної роботи *Viviparus contectus* (Mollusca: Pectinibranchia: Viviparidae) за сумісної дії детергентів та трематодної інвазії. *Наук. вісн. Волинського нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Біол. науки.* 2012. №2 (27). С. 45–49.
16. Уваєва О. І. Вплив безфосфатного детергента на фільтраційну роботу калужниці болотяної. *Екологічні науки.* 2018. № 1 (20). Т. 2. С. 86–91.
17. Уваєва О. І., Сарган А. П. Вплив синтетичних миючих засобів на фільтраційну активність прісноводних молюсків. *Наук. записки Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка.* 2011. № 2 (47). С. 147–150.
18. Филенко О. Ф., Михеева И. В. Основы водной токсикологии. М. : Колос, 2007. 142 с.
19. Хлебович В. В. Акклимация животных организмов. Л. : Наука, 1981. 136 с.
20. Янович Л. Н., Пампура М. М. Новая находка *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia, Unionidae) в бассейне Дуная Украины (морфобиологическая характеристика). *Наук. вісн. УжНУ. Серія: біол.* 2012. Вип. 32. С. 145–149.
21. Янович Л. М. Перлівницеві Unionidae Rafinesque, 1820 (Bivalvia) в сучасних екологічних умовах України (стан популяцій, особливості статевої структури і розмноження, біоценологічні зв'язки та фауна): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук. Київ, 2013. 48 с.
22. Янович Л. Н., Пампура М. М. Новая находка моллюска-вселенца *Sinanodonta woodiana* Lea, 1834 (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) в Украине. *Вестн. зоол.* 2011. Т. 45, № 2. С. 186.
23. Bogan A. E. A new threat to conservation of north american freshwater mussels Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana* in the United States / A. E. Bogan, J. Bowers-Altman, M. Raley // *Tentacle.* – 2011. – Vol. 19. – P. 39–40.
24. Djajasasmita M. The occurrence of *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) in Indonesia (Pelecypoda: Unionidae) / M. Djajasasmita // *Veliger.* – 1982. – Vol. 25. – P. 175.
25. Douda K. The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe / K. Douda, M. Vrtilek, O. Slavik, M. Reichard // *Biological invasion.* – 2012. – Vol. 14. – P. 127–137.
26. Piechocki A. Freshwater and Marine Mollusca of Poland / A. Piechocki, B. Wawrzyniak-Wydrowska. – Poznań: Bogucki Wydawnictwo naukowe, 2016. – 352 s.

References

1. Alekseev V. A. Osnovnye printsipy sravnitelno-toksikologicheskogo eksperimenta / V.A. Alekseev // *Gidrobiol. zhurn.* – 1981. – T. 71, № 3. – S. 92–100. [in Russian]
2. Birger T. I. O nekotorykh biokhimicheskikh mekhanizmax rezistentnosti vodnykh bespozvonochnykh k toksicheskim veshchestvam / T.I. Birger, A.Ya. Malyarevskaya // *Gidrobiol. zhurn.* – 1985. – T. 13, № 6. – S. 69–73. [in Russian]
3. Veselov Ye. A. Biologicheskie testy pri sanitarno-biologicheskom izuchenii vodoemov / Ye.A. Veselov // *Zhizn presnykh vod SSSR.* – M.-L. : Izd-vo AN SSSR, 1959. – T. 4, Kn. 2. – S. 7–37. [in Russian]
4. Jermoshyna T. V. Robota vijok myghotlyvogho epiteliyu perlivnycevykh v umovakh antropoghennogho pressu / T.V. Jermoshyna. – Zhytomyr: Zhytomyr. derzh. un-t, 2008. – 146 s. [in Ukrainian]
5. Izzatullaev Z. I. Kompleksnoe vozdeystvie poverkhnostno-aktivnykh veshchestv (PAV) i temperaturnogo rezhima na serdtsebieenie Sinanodonta woodiana (Mollusca, Bivalvia, Unionidae) / Z.I. Izzatullaev, A.P. Stadnichenko, L.N. Yanovich i dr. // *Nauchn. vestn. Samarkand. gos. un-ta.* – 2017. – S. 157–161. [in Russian]
6. Lakin G. F. Biometriya / G.F. Lakin. – M.: Vyssh. shk., 1980. – 293 s. [in Russian]
7. Malyarevskaya A. Ya. Vliyanie nekotorykh poverkhnostno-aktivnykh veshchestv na gidrobiontov / A.Ya. Malyarevskaya, F.M. Karasina // *Gidrobiol. zhurn.* – 1983. – T. 19, № 5. – S. 84–90. [in Russian]
8. Malyarevskaya A. Ya. Biokhimicheskie mekhanizmy adaptatsii gidrobiontov k toksicheskim veshchestvam / A.Ya. Malyarevskaya // *Gidrobiol. zhurn.* – 1985. – T. 21, № 3. – S.70–82. [in Russian]
9. Polishhuk V. V. Ghidrobiologhija i ghidrokhimija richok Pravoberezhnogho Prydniprov'ja / V.V. Polishhuk, V.S. Trav'janko, T.D. Konenko, I.Gh. Tarasevych. – K. : Nauk. dumka, 1978. – 208 s. [in Ukrainian]
10. Romanenko V. D. Osnovy ghidroekologhiji / V.D. Romanenko. – K. : Obereghy, 2001. – 723 s. [in Ukrainian]
11. Son M. O. Mollyuski-vselentsy v presnykh i solonovatykh vodakh Severnogo Prichernomorja / M.O. Son. – Odessa : Druk, 2007. – 132 s. [in Russian]
12. Sele G. Stress bez distressa / G. Sele. – M. : Progress, 1982. – 352 s. [in Russian]
13. Stadnichenko A. P. Vliyanie razlichnykh konsentratsiy poverkhnostno-aktivnykh veshchestv na sodержanie sukhogo ostatka gemolimfy rogovoy katushki / A.P. Stadnichenko, L.D. Ivanenko // *Mater. IX Miedzynarod. nauk.-praktyczn. konfer. «Europejska nauka XXI powieka».* 2013. – Vol. 24. – S. 29–35. [in Russian]
14. Stadnychenko A. P. Vdyd-vselenci u skladi prsnovodnoji malakofauny Ukrajiny // *Zb. nauk. pracj «Vodni i nazemni ekosystemy ta zberezhenja jikh bioriznomanittja» / A.P. Stadnychenko.* – Zhytomyr : B. v., 2019. – S. 57–59. [in Ukrainian]
15. Uvajeva O. I. Porushennja ochyshhuval'noji roboty Viviparus contectus (Mollusca: Pectinibranchia: Viviparidae) za sumisnoji diji deterghentiv ta trematodnoji invaziji / O.I. Uvajeva // *Nauk. visn. Volynskogho nac. un-tu im. Lesi Ukrajinky. Biol. nauky.* – 2012. – №2 (27). – S. 45–49. [in Ukrainian]
16. Uvajeva O. I. Vplyv bezfosfatnogho deterghenta na fil'tracijnu robotu kal'juzhnyci bolotjanoji / O.I. Uvajeva // *Ekologhichni nauky.* – 2018. – №1 (20). – T. 2. – S. 86–91. [in Ukrainian]
17. Uvajeva O. I. Vplyv syntetychnykh myjuchykh zasobiv na fil'tracijnu aktyvnistj prsnovodnykh moljuskiv / O.I. Uvajeva, A.P. Sarghan // *Nauk. zapysky Ternop. nac. ped. un-tu im. V. Ghnatjuka.* – 2011. – № 2 (47). – S. 147–150. [in Ukrainian]
18. Filenko O. F. Osnovy vodnoy toksikologii / O.F. Filenko, I.V. Mikheeva. – M. : Kolos, 2007. – 142 s. [in Russian]
19. Khlebovich V. V. Akklimatsiya zhivotnykh organizmov / V.V. Khlebovich. – L. : Nauka, 1981. – 136 s. [in Russian]
20. Yanovich L. N. Novaya nakhodka Sinanodonta woodiana (Bivalvia, Unionidae) v bassejne Dunaya Ukrainy (morfobiologicheskaya kharakteristika) / L.N. Yanovich, M.M. Pampura // *Nauk. visn. UzhNU. Seriya : biol.* – 2012. – Vip. 32. – S. 145–149. [in Russian]
21. Yanovich L. M. Perlivnycevi Unionidae Rafinesque, 1820 (Bivalvia) v suchasnykh ekologhichnykh umovakh Ukrajiny (stan populjacij, osoblyvosti statevoji struktury i rozmnozhenja, biocenotychni zv'jazky ta fauna) / L.N. Janovych. *Avtoref. dys. dokt. biol. nauk.* – Kyjiv, 2013. – 48 s. [in Ukrainian]
22. Yanovich L. N. Novaya nakhodka mollyuska-vselentsa Sinanodonta woodiana Lea, 1834 (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) v Ukraine / L.N. Yanovich, M.M. Pampura // *Vestn. zool.* – 2011. – T. 45, №2. – S. 186. [in Russian]

23. Bogan A. E. A new threat to conservation of north american freshwater mussels Chinese Pond Mussel *Sinanodonta woodiana* in the United States / A.E. Bogan, J. Bowers-Altman, M. Raley // Tentacle. – 2011. – Vol. 19. – P. 39-40.
24. Djajasasmita M. The occurrence of *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) in Indonesia (Pelecypoda: Unionidae) / M. Djajasasmita // Veliger. – 1982. – Vol. 25. – P. 175.
25. Douda K. The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe / K. Douda, M. Vrtilek, O. Slavik, M. Reichard // Biological invasion. – 2012. – Vol. 14. – P. 127–137.
26. Piechocki A. Freshwater and Marine Mollusca of Poland / A. Piechocki, B. Wawrzyniak-Wydrowska. – Poznań: Bogucki Wydawnictwo naukowe, 2016. – 352 s.

¹A. P. Stadnychenko, ¹H. Ye. Kyrychuk, ²O. I. Uvaieva, ¹D. A. Vyskushenko

¹Zhytomyr Ivan Franko State University, Ukraine

²Zhytomyr Polytechnic State University, Ukraine

EFFECT OF HIGH CONCENTRATIONS OF «SARMA» DETERGENT ON *IN VITRO* ACTIVITY OF RESPIRATORY CILIATORY EPITHELIUM OF *SINANODONTA WOODIANA* (LEA, 1834)

Nowadays the anthropogenic pollution of natural water bodies has become significant. In Ukraine, the pollutants, which are highly hazardous for aquatic organisms, include detergents entering water bodies as part of municipal fecal sewage. One of the pollutants is the synthetic detergent «Sarma», which is currently in high demand. This is a multi-component detergent containing 5–15% anionic and <5% nonionic surfactants, that in all gill-breathing animals target the ciliated epithelium of their gill apparatus. The degree of damage is determined by the concentration of this toxicant in the aquatic environment, and the resistance of aquatic organisms to its effects.

The purpose of the study was to determine the effects the frontal ciliated epithelium has on the activity of the frontal ciliary epithelium in the gill apparatus of the Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) at high concentrations. Pollution of natural water bodies has now reached the level of 40-200 mg/dm³ in a number of regions of Ukraine. This is despite the fact that the currently valid TLV standards are 0.5 mg/dm³ for anionic surfactants, and 0.1 mg/dm³ for nonionic surfactants in Ukraine. It should be mentioned that the object of our study is an invading mollusk species, which at the beginning of the current century used the Danube River as an invasive corridor to enter the Kiliysky Danube Delta and form thriving populations with high densities. A toxicologic experiment was used to study the effect of 5 concentrations of the «Sarma» detergent (3, 6, 12, 24, and 48 mg/dm³) on the duration and frequency of beating of cilia of the frontal epithelium on gills of male, female, and hermaphroditic specimens of *S. woodiana*. Exposition time was 2 days. At 3 mg/dm³ of toxicant in the medium, the values of both discussed parameters had a tendency towards increasing. At 6 mg/dm³ of toxicant, that trend was replaced by shifts of the same direction with a high degree of reliability ($p < 0.01$). Within the concentration range of 12 to 48 mg/dm³, the inhibitory effect of the toxicant is observed to increase for both studied parameters. The above-mentioned changes in the activity of the respiratory epithelium of *S. woodiana* occur against the background of a developing stage-by-stage pathological process of poisoning. At 6 mg/dm³ of the toxicant, the stage of stimulation is observed; at 12 mg/dm³, an «early» depression; at 24 mg/dm³, a «late» depression; at 48 mg/dm³, sublethal and lethal stages. Each of the poisoning stages corresponds to a complex of various symptoms, represented by a set of certain qualitative and quantitative rapid physiological and behavioral reactions, both pathological and protective, due to the toxicant influence. The populations of the invading species *S. woodiana* are not able to survive if the level of surfactant pollution reaches 40 mg/dm³ in the northern Black Sea water system.

Key words: *Sinanodonta woodiana*, detergents «Sarma», respiratory epithelium.

Надійшла 15.04.2020.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

УДК581.143:577.175.1.05

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.12

А. Г. КОЗІЮЧКО, В. М. ГАВІЙ, О. Б. КУЧМЕНКО

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя
вул. Графська, 2, Ніжин, Чернігівська область, 16600
e-mail: gaviyv@gmail.com

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ МЕТАБОЛІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ НА ОКРЕМІ ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СОЇ СОРТУ АННУШКА ТА ЇЇ ПРОДУКТИВНІСТЬ

У статті наведено порівняльну характеристику впливу комбінацій метаболічно активних речовин на основі вітаміну Е, параоксибензойної кислоти і метіоніну; вітаміну Е, параоксибензойної кислоти, метіоніну і магній сульфату та вітаміну Е і убіхінону-10 на окремі фізіологічні показники сої протягом онтогенезу та на її продуктивність. Встановлено, що комбінації вітаміну Е, параоксибензойної кислоти, метіоніну і магній сульфату та вітаміну Е і убіхінону-10 стимулюють ріст надземних та підземних органів рослин сої, а також ефективно впливають на формування бобів і збільшують кількість насінин з рослини.

Ключові слова: соя, довжина стебла, кількість листків, кількість бічних коренів, довжина бічних коренів, кількість бобів на рослині, довжина бобів, кількість насінин з рослини, урожайність.

Соя – важлива харчова, кормова і технічна культура землеробства багатьох країн світу. Її відрізняє від інших сільськогосподарських рослин рідкісне поєднання білка й олії з цінними вітамінами та зольними елементами. У зерні сої міститься близько 40% високоякісних білків, понад 20% олії, 30% вуглеводів, 5–6% різних мінеральних елементів [11].

Білки сої складаються переважно з водорозчинних глобулінів та альбумінів, єдині з рослинних, що містять майже всі незамінні амінокислоти, необхідні для утворення протеїнів в організмі людини і тварин. Вони є найбільш важливою складовою частиною харчових і кормових ресурсів, використання яких суттєво впливає на стан здоров'я населення, тривалість і рівень їх життя. Попит на високобілкову рослинну сировину постійно зростає, значними є ціни на сою на світовому і внутрішньому ринках [1].

У насінні сої міститься комплекс біологічно активних речовин і вітамінів А, В₁, В₂, С, Д, Е, К, РР, а також солі калію, кальцію, магнію, тому його широко використовують у медицині для виготовлення біодобавок та лікарських препаратів [11].

Рослини сої як азотфіксатори збагачують ґрунт азотом, покращують його структуру. Підвищення урожайності зернових, вирощених після сої, становить 3–4 ц/га [13].

Серед основних факторів, які визначають урожайність сої, на добрива припадає 30%, сорти – 20%, погодні умови та захист рослин – по 15%, ефективну родючість та обробіток ґрунту – по 10% [2]. Раніше були проведені дослідження щодо вивчення впливу синтетичних сполук (антранілової, параамінобензойної кислот та їх похідних) на основні структурні елементи урожаю сої культурної сорту Горизонт [6, 7] та впливу біопрепаратів Агат-25К і Фітоспорин-М на фізіологічні показники зазначеного вище сорту [5].

Одним із шляхів підвищення продуктивності сої є застосування різноманітних біологічно активних речовин або їх комбінацій, що слугують компонентами біохімічних реакцій, які протікають у рослинному організмі.

Тому метою роботи було вивчити вплив передпосівної обробки насіння комбінаціями метаболічно активних речовин на окремі фізіологічні показники сої культурної протягом онтогенезу та вивчити їх вплив на продуктивність сої.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом дослідження була соя культурна (*Glycine max* Moench.) сорту Аннушка та комбінації метаболічно активних речовин: вітамін Е (10^{-8} М), параоксибензойна кислота (ПОБК) (0,001%), метіонін (0,001%), убіхінон-10 (0,001%) і $MgSO_4$ (0,001%).

Сорт Аннушка є ультраскоростиглим, створений НСНФ «Соевий вік». Він успішно пройшов державну науково-технічну експертизу, внесений до Реєстру сортів рослин України на 2007 рік і визнаний національним стандартом в усіх зонах для скоростиглих сортів. Сорт напівдетермінантного типу, кущ щільний. Висота рослин – 80–110 см, висота закладання бобів нижнього ярусу – 12–15 см, забарвлення стебла й бобів темно-сіре, гіпокотиль з антоціаном. Колір квіток фіолетовий. Сорт сої Аннушка не має аналогів за скоростиглістю серед українських і зарубіжних сортів, він абсолютно надійний попередник для озимих культур. Вегетаційний період складає 75–85 днів. Повна стиглість настає в першій декаді серпня. Рослини сорту стійкі проти вилягання, а також мають високу польову стійкість проти хвороб. Сорт придатний для вирощування на високих агрофонах та зрошенні. Вміст у насінні білків – 40–42%, олії – 18–21% [14].

Польові досліді проводили на території навчально-дослідної агробіостанції Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя.

Схема дослідження передбачала 4 варіанти:

1. Контроль (необроблене насіння).
2. Насіння оброблене комбінацією речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001%) + метіонін (0,001%) + $MgSO_4$ (0,001%).
3. Насіння оброблене комбінацією речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + параоксибензойна кислота (0,001%) + метіонін (0,001%).
4. Насіння оброблене комбінацією речовин: вітамін Е (10^{-8} М) + убіхінон-10 (0,001%).

Після обробки комбінаціями метаболічно активних речовин насіння сої висівали широкорядним способом (ширина міжрядь – 45 см). Грунтовий покрив дослідного поля – чорнозем опідзолений, малогумусний.

Погодні умови 2019 року характеризувались підвищенням середньодобових температур повітря порівняно з середнім багаторічним показником і нерівномірним розподілом опадів протягом вегетації культури.

Дослідження проводилося у таких фазах розвитку сої: 1–3 трійчастих листків, цвітіння та дозрівання плодів.

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження впливу комбінацій біологічно активних речовин на окремі фізіологічні показники сої сорту Аннушка показали, що у фазі 1–3 трійчастих листків довжина стебла в контролі становила 16,91 см. Використання комбінації вітаміну Е+убіхінон-10 сприяло збільшенню цього показника на 7,41 см, перевищивши показники контролю на 43,8% (табл. 1).

Найкращу за якістю продукцію сільськогосподарських рослин можна отримати в посівах з оптимальними за розмірами площею листків, процесом її формування і структурою [4, 16]. Вважається, що основою, завдяки якій внаслідок фотосинтетичної діяльності створюється врожай сої, є формування оптимальної площі листової поверхні, яка засвоює сонячну енергію і синтезує органічні сполуки, що використовуються на формування нових органів рослин і врожаю [3, 10].

Тому актуальним було дослідження впливу різних комбінацій метаболічно активних речовин на формування листків рослин сої та їх площу.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

Так, використана комбінація вітамін Е+убіхінон-10 найефективніше стимулювала утворення листків та зростання площі їх поверхні у фазі 1–3 трійчастих листків, перевищуючи показники контролю на 125% за кількістю листків та 95,3% за площею листової поверхні (табл. 1). Таку дію речовин можна пояснити тим, що вітамін Е та убіхінон-10 виконують важливу роль у функціонуванні рослинного організму. Зокрема, вони залучені до біоенергетичних процесів, захисту від шкодочинної дії активних форм кисню та продуктів окиснення, виступають у якості ефективних імуностимуляторів, впливають на формування генеративних органів тощо [15].

Застосування комбінацій вітамін Е+ПОБК+метіонін+MgSO₄ та вітамін Е+ПОБК+метіонін сприяло збільшенню кількості листків на рослинах сої на 50% і 100% та площі листової поверхні на 34,5% та 95,3% порівняно з контролем відповідно.

У фазі цвітіння було виявлено, що досліджувані препарати позитивно впливали на такі показники, як довжина стебла, кількість листків, площа листової поверхні, кількість бічних коренів і їх довжина (табл. 2).

Таблиця 1

Вплив комбінацій метаболічно активних речовин на окремі фізіологічні показники рослин сої у фазі 1–3 трійчастих листків

Варіант	Довжина стебла		Кількість листків		Площа листової поверхні	
	см	% до контролю	шт.	% до контролю	см ²	% до контролю
Контроль	16,91± 0,57	100	1,30± 0,21	100	33,98± 1,51	100
Вітамін Е + ПОБК + метіонін + MgSO ₄	20,55± 0,48	121,5	1,95± 0,29	150,0	39,63± 1,77	116,6
Вітамін Е + ПОБК + метіонін	21,09± 0,58	124,7	2,60± 0,39	200,0	45,71± 1,59	134,5
Вітамін Е + убіхінон-10	24,32± 0,75	143,8	2,92± 0,95	225,0	66,36± 1,67	195,3

У табл. 2 показано, що у фазі цвітіння використання комбінацій вітамін Е+убіхінон-10 та вітамін Е+ПОБК+метіонін+MgSO₄ призводило до збільшення довжина стебла на 21,83 см (на 40,5% порівняно до контролю) та 16,30 см (35,8% порівняно до контролю) відповідно. Показники довжини стебла сої за обробки насіння комбінацією речовин вітамін Е+ПОБК+метіонін не відрізнялися від контролю.

Крім того, досліджувані речовини стимулювали наростання листків на рослинах сої та формування їх площі. Застосована комбінація вітамін Е+убіхінон-10 найефективніше впливала на зазначені показники, перевищуючи контроль на 71,8% за кількістю листків та на 52,1% за площею листової поверхні (табл. 2). Використання комбінацій вітамін Е+ПОБК+метіонін+MgSO₄ та вітамін Е+ПОБК+метіонін призводило до збільшення кількості листків на рослинах сої на 24,8% і 23,9% та площі листової поверхні на 37,1% і 14,3% порівняно з контролем відповідно.

Коренева система також позитивно реагувала на вплив досліджуваних комбінацій речовин, зокрема, вітамін Е+убіхінон-10 та вітамін Е+ПОБК+метіонін+MgSO₄. Так, використання комбінації вітамін Е+убіхінон-10 призвело до збільшення кількості бічних коренів на кореневій системі рослин сої на 11,1 шт., а комбінації вітамін Е+ПОБК+метіонін+MgSO₄ – 9,6 шт. порівняно з контролем відповідно. Довжина бічних коренів кореневої системи сої за обробки насіння комбінацією речовин вітамін Е+убіхінон-10 та вітамін Е+ПОБК+метіонін+MgSO₄ збільшилась на 5,24 см та 5,74 см, що перевищило показники контролю на 38,1% та 41,7% відповідно (табл. 2). Таку високу ефективність зазначеної комбінації метаболічно активних сполук можна пояснити тим, що вітамін Е та

убіхінон-10 залучені до біоенергетичних процесів, а ПОБК являє собою природну фенольну сполуку, що бере участь у багатьох ланках рослинного метаболізму (виконує роль антиоксиданта та прооксиданта, індукує альтернативну оксидазу і регулює активність комплексу антиоксидантних ферментів). Також ПОБК виконує в клітині функцію сигнальних молекул при формуванні захисних реакцій, результатом чого є набуття системної стійкості рослин до різних чинників довкілля [8]. Складові солі магній сульфат відіграють важливу роль у метаболічних процесах клітини. Магній є складовою хлорофілу і виконує головну роль у процесі фотосинтезу, а також як кофермент входить до складу ферментів, що регулюють процес синтезу білків. Водночас сульфур входить до складу сірковмісних амінокислот – метіоніну, цистину, цистеїну, вітамінів (тіаміну, біотину), ферментів (дегідрогеназ та ін.) [15]. Таким чином ця комбінація метаболічно активних речовин за певних умов росту і розвитку рослини може виконувати функцію стимулятора росту або індуктора захисних реакцій.

Таблиця 2

Вплив комбінацій метаболічно активних речовин на окремі фізіологічні показники рослин сої у фазі цвітіння

Варіант	Довжина стебла		Кількість листків		Площа листової поверхні		Кількість бічних коренів		Довжина бічних коренів	
	см	% до контролю	шт.	% до контролю	см ²	% до контролю	шт.	% до контролю	см	% до контролю
Контроль	53,83 ± 1,30	100	7,7 ± 1,56	100	137,8 ± 0,98	100	8,4 ± 1,56	100	13,76 ± 1,76	100
Вітамін Е + ПОБК +метіонін + MgSO ₄	70,13 ± 1,64	135,8	9,6 ± 1,21	124,8	188,9 ± 0,68	137,1	18,0 ± 1,51	214,3	19,5 ± 1,84	141,7
Вітамін Е + ПОБК +метіонін	50,36 ± 2,12	93,5	9,5 ± 2,62	123,9	157,5 ± 1,19	114,3	16,5 ± 1,18	196,4	6,4 ± 1,51	46,5
Вітамін Е + убіхінон-10	75,66 ± 1,41	140,5	13,2 ± 2,18	171,8	209,6 ± 1,17	152,1	19,5 ± 1,81	232,2	19,0 ± 3,86	138,1

Фаза дозрівання починається з побуріння деяких бобів внизу куща. Ознака завершення фази – дозрілі боби і швидке пожовтіння та опадання збереженого листа. Під час цієї фази утворюється соєва олія і азотисті речовини. У плодах зростає вміст білкової водорозчинної фракції, а кількість небілкового азоту знижується. У бобах збільшується вміст ліпідів, тоді як кількість вільних кислот в складі масла зменшується [12].

Урожайність сортів сої є комплексним показником і його реалізація значною мірою залежить від показників індивідуальної продуктивності: кількості продуктивних вузлів, бобів на рослині, насінин у бобі, довжини бобів; морфологічного показника – детермінантного типу росту; технологічного показника – висоти закладання нижнього бобу тощо. Як правило, у найбільш продуктивних форм сої або поєднуються середні значення основних елементів продуктивності, або деякі з них мають максимальні значення, а інші – середні [12]. Встановлено, що у фазі дозрівання плодів досліджувані комбінації метаболічно активних сполук впливають на висоту рослин, кількість бобів на рослині та їх довжину, кількість насінин

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

з рослини (табл. 3). Так, застосування комбінації вітамін Е+ убіхінон-10 призвело до збільшення висоти рослин сої на 15,5% порівняно з контролем (табл. 3).

З'ясовано, що у досліджуваній фазі застосування комбінацій вітамін Е+убіхінон-10 та вітамін Е+ ПОВК +метіонін + MgSO₄ стимулювало формування бобів на рослині і їх кількість перевищила показники контролю на 14,2 % та 12,9 % відповідно.

Крім того, досліджувані речовини впливали також на показник кількості насінин з однієї рослини сої. Найефективнішою виявилася комбінація вітамін Е+ПОВК +метіонін+MgSO₄, що перевищило чисельність насінин на контрольній рослині на 9,7% (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив комбінацій метаболічно активних речовин на окремі показники структури врожаю сої

Варіант	Висота рослини		Кількість бобів на рослині		Довжина бобів		Кількість насінин з рослини	
	см	% до контролю	шт.	% до контролю	см	% до контролю	шт.	% до контролю
Контроль	51,64 ± 0,71	100	74,1 ± 1,0	100	4,34 ± 0,08	100	140,7 ± 0,64	100
Вітамін Е + ПОВК +метіонін + MgSO ₄	55,83 ± 0,75	108,1	83,7 ± 0,17	112,9	4,3 ± 0,05	99,1	154,4 ± 0,37	109,7
Вітамін Е + ПОВК +метіонін	54,44 ± 0,85	105,4	67,6 ± 0,14	91,2	4,27 ± 0,04	98,4	121,6 ± 0,25	86,4
Вітамін Е + убіхінон-10	59,66 ± 0,78	115,5	84,6 ± 0,26	114,2	4,47 ± 0,67	102,9	148,3 ± 0,21	105,4

Найвища врожайність зерна сої спостерігалася при обробці насіння комбінацією речовин вітамін Е+убіхінон-10 і становила 2,37 т/га, перевищуючи показники контролю на 26,3%. Передпосівна обробка насіння сої комбінацією вітамін Е+ПОВК+метіонін+MgSO₄ підвищила урожайність сої на 10,2%, порівняно з показниками контролю. Найменшу врожайність сої виявлено за передпосівної обробки насіння комбінацією вітамін Е+ПОВК+метіонін (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив комбінацій метаболічно активних речовин на урожайність насіння сої сорту Аннушка

Варіант	Урожайність, т/га	% до контролю
Контроль	1,88 ± 0,34	100
Вітамін Е + ПОВК +метіонін + MgSO ₄	2,07 ± 0,27	110,2
Вітамін Е + ПОВК +метіонін	1,46 ± 0,34	77,9
Вітамін Е + убіхінон-10	2,37 ± 0,32	126,3

Висновки

Досліджувані комбінації метаболічно активних речовин стимулювали ростові процеси надземних і підземних органів рослини, формування бобів і насіння на рослині та підвищували урожайність зерна сої культурної сорту Аннушка. Застосування комбінацій метаболічно активних речовин вітамін Е+убіхінон-10 та вітамін Е+ПОВК+метіонін+MgSO₄ при вирощуванні сої сорту Аннушка виявилось ефективним, тому подальше вивчення впливу зазначених вище речовин на зернобобові культури є перспективним.

1. Бабич А. О. Кормові і білкові ресурси світу. К. : ІТІ. 1995. 298 с.
2. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. К. : Урожай, 1993. 430 с.
3. Бахмат О. М., Чинчик О. С. Урожайність насіння сої залежно від сорту і системи удобрення: зб. наук. праць ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2005. Вип. 13. С. 102–105.
4. Бондаренко Н. Ф. Моделирование продуктивности агроэкосистем : монография. М. : Мир, 1982. 130 с.
5. Гавій В. М., Приплавко С. О., Коваленко С. О. Вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратами на окремі фізіологічні показники сої і її продуктивність. *Зібрання наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Вип. № 94. Ч. 1. Умань. С. 232–239.
6. Гавій В. Н., Суховеев В. В. Эффективность применения регуляторов роста при выращивании сои. *Telavis saxelmwifo universiteti. Samecniero Sromebis krebuli*: сборник научных трудов. Transactions. Тбилиси, 2015. Т. 1 (28). С. 62–68.
7. Гавій В. М., Хиноцька О. А., Суховеев В. В. Дослідження впливу синтетичних сполук на деякі фізіологічні процеси сої у фазі цвітіння. *Актуальні питання біологічної науки*: збірник статей II міжнар. заочн. наук.-практ. конф. 8 квіт. 2016 р. Ніжин, 2016. С. 31–35.
8. Добриво «Планта-Віта» [Електронний ресурс]. Бадваси. 2012. URL: <https://badvasy.com.ua/uk/2012-11-17-16-38-29/-q-q.html>
9. Іваниук С. Потенціал продуктивності соєвого поля. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 21. С. 50–55.
10. Калініченко В. М., Писаренко П. В. Модель розвитку сої за фенологічними фазами. *Вісник ПДАА*. 2004. №1. С. 10–16.
11. Колесник М. Зерновой олимп. *Эксклюзивные технологии*. 2012. № 6. С. 12–13.
12. Основні стадії вегетації сої (2 частина) / АгроПерспектива. 2019. URL: <https://agroperspectiva.com.ua/uk/osnovni-stadiyi-vehetatsiyi-soyi-2-chastyna/>
13. Попов С. І., Матушкін В. О., Божко М. Ф. та ін. Сорти сої Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва та технологія вирощування. Харків, 2020. 399 с.
14. Сорт сої Аннушка / ІАС Аграрії разом. 2019. URL: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/annushka>
15. Farouk S. Ascorbic Acid and a Tocopherol Minimize Salt-Induced Wheat Leaf Senescence. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2011. Vol. 7(3). P. 58-79.
16. Hanter M. N., Jabrun P. H., Byth D. E. Response of nine soybean line to soil moisture conditions close to saturation. *Austr. J. Exptl. Agris. Anim. Yusb.*, 1980. Vol. 20. P. 339.

References

1. Babych A. O. Kormovi i bilkovi resursy svitu. K. : ITI. 1995. 298 s. [in Ukrainian]
2. Babych A. O. Suchasne vyrobnytstvo i vykorystannia soi. K. : Urozhai, 1993. 430 s. [in Ukrainian]
3. Bakhmat O. M., Chynchik O. S. Urozhainist nasinnia soi zalezghno vid sortu i systemy udobrennia / Zb. nauk. prats PDATU. Kamianets-Podilskyi, 2005. Vyp. 13. S. 102–105. [in Ukrainian]
4. Bondarenko N. F. Modelirovanie produktivnosti agrojekosistem : monografija. M. : Mir, 1982. 130 s. [in Russian]
5. Havii V. M., Pryplavko S. O., Kovalenko S. O. Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia biopreparatamy na okremi fiziologichni pokaznyky soi i yii produktyvnist / Zibrannia naukovykh prats Umanskoho natsionalnogo universytetu sadivnytstva. Vypusk № 94. Chastyna 1. Uman. S. 232–239. [in Ukrainian]
6. Gavij V. N., Suhoveev V. V. Jefferektivnost' primenenija reguljatorov rosta pri vyrashhivanii soi. *Telavis saxelmwifo universiteti. Samecniero Sromebis krebuli*. Sbornik nauchnyh trudov. Transactions. Tbilisi, 2015. T. 1 (28). S. 62–68. [in Russian]
7. Havii V. M., Khynotska O. A., Sukhovieiev V. V. Doslidzhennia vplyvu syntetychnykh spoluk na deiaki fiziologichni protsesy soi u fazi tsvitinnia. Aktualni pytannia biolohichnoi nauky: zbirnyk statei II mizhnar. zaochn. nauk.-prakt. konf. (m. Nizhyn, 8 kvit, 2016 r.). Nizhyn, 2016. C. 31–35. [in Ukrainian]
8. Dobryvo "Planta-Vita" [Elektronnyi resurs]. Badvasy. 2012. Rezhym dostupu: <https://badvasy.com.ua/uk/2012-11-17-16-38-29/-q-q.html> [in Ukrainian]
9. Ivaniuk S. Potentsial produktyvnosti soievoho polia // Ahrobiznes sohodni. 2015. № 21. S. 50–55. [in Ukrainian]
10. Kalinichenko V. M., Pysarenko P. V. Model rozvytku soi za fenolohichnymy fazamy. *Visnyk PDAA*. 2004. № 1. S. 10–16. [in Ukrainian]
11. Kolesnik M. Zernovoj olimp. *Jekskljuzivnye tehnologii*. 2012. № 6. S. 12–13. [in Russian]
12. Osnovni stadii vehetatsii soi (2 chastyna) [Elektronnyi resurs] / AhroPerspektyva. 2019. Rezhym dostupu: <https://agroperspectiva.com.ua/uk/osnovni-stadiyi-vehetatsiyi-soyi-2-chastyna/> [in Ukrainian]

13. Popov S. I., Matushkin V. O., Bozhko M. F. ta in. Sorty soi Instytutu roslinnytstva im. V.Ia. Yurieva ta tekhnolohiia vyroshchuvannia. Kharkiv, 2020. 399 s. [in Ukrainian]
14. Sort soi Annushka [Elektronnyi resurs] // IAS Ahrarii razom. 2019. Rezhym dostupu: <https://agrarii-razom.com.ua/culture-variety/annushka> [in Ukrainian]
15. Farouk S. Ascorbic Acid and a Tocopherol Minimize Salt-Induced Wheat Leaf Senescence. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 2011. Vol. 7(3). P. 58-79.
16. Hanter M. N., Jabrun P. H., Byth D. E. Response of nine soybean line to soil moisture conditions close to saturation. Austr. J. Exptl. Agris. Anim. Yusb., 1980. Vol. 20. P. 339.

A. G. Koziuchko, V. M. Havii, O. B. Kuchmenko
Nizhyn Mykola Gogol State University, Ukraine

INFLUENCE OF PRE-SOWING TREATMENT OF SEEDS WITH METABOLICALLY ACTIVE SUBSTANCES ON THE INDIVIDUAL PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF SOYBEAN VARIETIES ANNUSHKA

Soy is an important food, feed and technical crop of agriculture in many countries across the world. It differs from other agricultural crops by its unique combination of protein and oil with valuable vitamins and elements. Without the use of fertilizers, it is impossible to get a large soybean crop. Among the main factors that influence the yield of this crop, fertilizers account for 30%, varieties - 20%, weather conditions and plant protection - 15%, effective fertility and soil treatment - 10%. Therefore, the study of the effect of a combination of metabolically active substances (complexes of vitamin E and ubiquinone-10; vitamin E, 4-hydroxybenzoic acid (PHBE) and methionine; vitamin E, 4-hydroxybenzoic acid (PHBE), methionine and magnesium sulfate on individual physiological parameters of soy in the main phases of ontogenesis and its performance is worthy of scientific attention.

The research demonstrated that in the phase of formation of the triple leaf, the studied substances effectively stimulated the length of the main stem, the number of leaves and the area of the leaf surface.

In the flowering phase, complexes of vitamin E and ubiquinone-10, and vitamin E, PHBE, methionine and magnesium sulfate increased the number of lateral roots by 132.2% and 114.3%, respectively. In addition, the studied metabolically active substances positively affected the length of the stem, number of leaves, leaf area and length of lateral roots.

In the maturation phase, the complex of vitamin E and ubiquinone-10 effectively stimulated the height of plants, the number of beans per plant, exceeding the control parameters by 15.5%, 14.2%, respectively. In addition, the studied substances affected the number of seeds per soybean plant. So, in the control group, the number of seeds from one plant averaged 140.7 units. The best results were obtained using the combination of vitamin E, PHBE, methionine and magnesium sulfate and amounted to 154.4 units, which exceeded the control indices by 9.7%. While the number of seeds from one plant after treatment with a combination of vitamin E and ubiquinone-10 amounted to 148.3 units, which exceeded the control indicators by 5.4%.

The highest soybean yield was observed during seed treatment with a combination of vitamin E and ubiquinone-10, and amounted to 2.37 t / ha, exceeding the control indicators by 26.3%. Seed treatment with complex of vitamin E, PHBE, methionine and magnesium sulfate also showed a good result, exceeding the control indicators by 10.2%.

Thus, the complexes of vitamin E and ubiquinone-10, and vitamin E, PHBE, methionine and magnesium sulfate showed better results, so further study of the effect of these substances on legumes is promising.

Key words: soybean, length of the stem, number of leaves, number of side roots, length of side roots, number of beans per plant, length of beans, number of seeds per plant, yield.

Надійшла 06.05.2020.

ОГЛЯДИ

УДК 582.936 : 581.5

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.13

Л. Р. ГРИЦАК, Н. М. ДРОБИК

Тернопільський національний педагогічний університет мені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса 2, Тернопіль, 46027
e-mail: hrytsak1972@gmail.com, drobyk.n@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ АДАПТИВНИХ СТРАТЕГІЙ ВИДІВ РОДУ GENTIANA L. В УМОВАХ ВИСОКОГІР'Я УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Проаналізовано особливості адаптивних стратегій рідкісних видів *Gentiana lutea* L., *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L., які дозволяють їм виживати в умовах високогір'я Українських Карпат. Здатність до існування цих видів в умовах високогір'я визначають не окремі їх адаптивні властивості, а інтегральна взаємодія морфологічних, анатомічних, фізіологічних, біоритмологічних, репродуктивних та інших особливостей, які й підвищують рівень адаптованості рослин до конкретних середовищ та формують їхні індивідуальні стратегії існування.

Ключові слова: *G. lutea*, *G. punctata*, *G. acaulis*, адаптаційні стратегії, морфологія, фізіологія, анатомія.

Існування виду в певних умовах середовища залежить від сукупності його біологічних (морфологічних, анатомічних, фізіологічних, генетичних, фенологічних тощо) та екологічних (популяційних, едафічних, кліматичних тощо) особливостей. Вони формують індивідуальний набір адаптацій виду, встановлюють межі його екологічної валентності та, відповідно, параметри гіпероб'єму власної екологічної ніші. Саме це й визначає індивідуальну стратегію виду та його здатність до виживання в певному середовищі.

Високогір'я, пустелі, тундри відносять до екстремальних умов існування видів, які наближені до крайньої межі виживання рослинної клітини [6]. Однак, для певних видів рослин – це фізіологічний оптимум, за якого вони здатні формувати процвітаючі популяції з нормальною повночленною віковою структурою.

Види роду *Gentiana* L., а саме: *Gentiana lutea* L., *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L. – належать саме до цієї групи рослин. Вони ростуть в субальпійському та альпійському поясах Українських Карпатах у межах висот: *G. lutea* – 900–1920 м н. р. м., *G. punctata* – 1600–1800 м н. р. м., *G. acaulis* – 1500–2000 м н. р. м. [21]. Здатність до існування цих таксонів в умовах високогір'я визначають не їх окремі адаптивні властивості, а інтегральна взаємодія морфологічних, анатомічних, фізіологічних, біоритмологічних, репродуктивних та інших особливостей, які підвищують рівень адаптованості рослин до конкретних середовищ існування та формують їхні індивідуальні стратегії існування [6].

Проте, адаптовані до існування у екстремальних кліматичних і, часто, й до топографічних та едафічних умов проживання, ці види сильніше реагують на порушення їх абіотичних або біотичних умов росту. Тому значна частка високогірних таксонів, у тому числі й роду *Gentiana*, занесена до списків Червоних книг. Впровадження режиму пасивної охорони на територіях, де ці таксони ще збережені, не завжди ефективне [10]. При проведенні робіт з

відновлення їх популяцій необхідно враховувати структурно-функціональні особливості цих рослин, які дозволили їм пристосуватися до умов високогір'я.

Досліджувані види *G. lutea*, *G. punctata*, *G. acaulis* належать до трав'янистих багаторічних полікарпиків [18]. Види *G. lutea*, *G. punctata* є напіврозетковими травами з монокарпічним пагоном (рис. 1, 2) і вкороченим вертикальним симподіальним епігеогенним кореневищем. Їхнім пагонам не властива морфо-функціональна диференціація: базальна частина монокарпічного пагона з вкороченими міжвузлями утворює розетку і завершує свій розвиток утворенням генеративних органів [18]. До початку генеративного періоду їх пагонова сфера моноподіально наростає, після чого відбувається перевершинення і система пагонів стає симподіальною [18]. Цим видам властива й регулярна поліциклічність генеративних пагонів [18]. Проте, Москалюк Б. І [15] зазначає, що після цвітіння, плодоношення й відмирання поліциклічного генеративного пагону *G. lutea* з бічних бруньок на каудексі розвиваються 3–4 генеративних пагони, які вже є моноциклічними. Установлено, що саме на генеративному періоді життєвого циклу більшість рослин *G. lutea* переходить від моноподіального поновлення надземних пагонів до симподіального [18]. Висота прямостоячого генеративного пагона у *G. lutea* 60–120 см, а *G. punctata* – до 60 см. Вважають, що симподіальний тип наростання пагонової системи та поліциклічність генеративних пагонів належать до примітивних ознак морфогенезу [18]. Підземний пагін рослин одні дослідники [3] відносять до типу «кореневище», інші [15] – розглядають як каудекс.

Аналіз низки праць, присвячених екології високогірних рослин [32, 33], дозволяє припустити, що формування розеткової структури – це адаптація до специфічних температурних умов росту. У період вегетації приземний пласт повітря прогрівається краще. Так, у Швейцарських Альпах різниця температурних показників ґрунту та повітря може коливатися від 2,4° С до 3,6° С, залежно від гіпсометричного рівня [6]. Тому листки гемікриптофітів, зокрема, *G. lutea* та *G. punctata*, й концентруються біля основи рослини. Для цих видів характерні одразу 2 типів листків: черешкові та сидячі. До перших належать листки розетки, довжина яких у *G. lutea* 13–25 см, ширина – 4–18 см; у *G. punctata* – 6–9 см та 3–6 см, відповідно (рис. 1б, 2б).

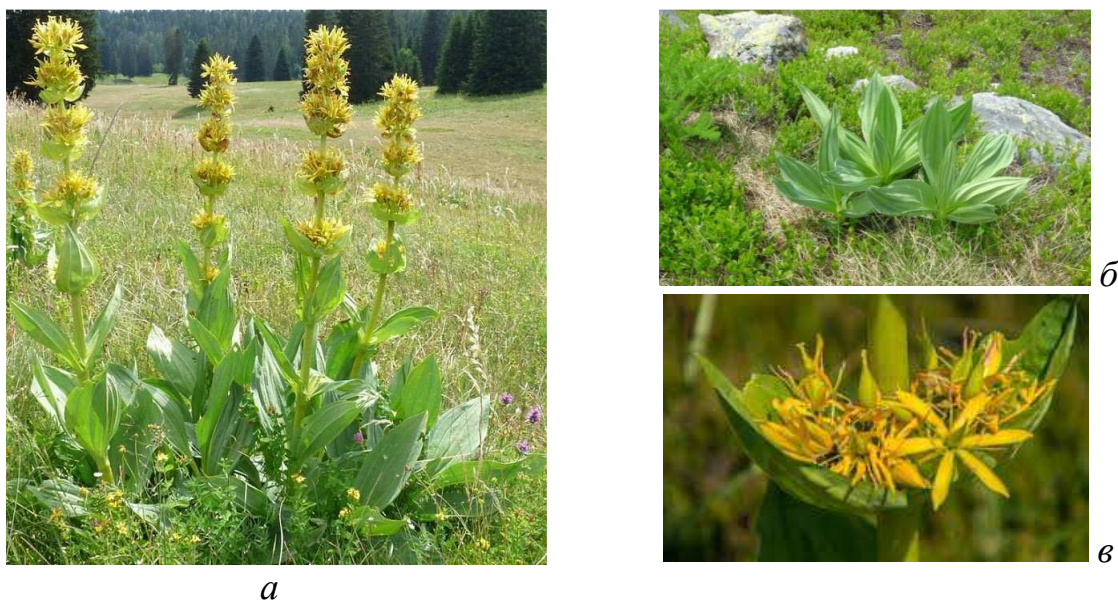


Рис. 1. Рослина *Gentiana lutea* L.: а – загальний вигляд; б – розетка листків; в – верхні листки генеративного пагона (<https://ru.depositphotos.com/stock-photos/fragilit.html>)

У високогір'ї температура поверхні ґрунту може сягати 30° С [6], 35° С [5], а інколи й 60–80° С [6]. Завдяки черешку розташування листків у просторі може змінюватися, що запобігає

їхньому перегріванню. Листки генеративного пагона супротивно розташовані, стеблообгортні з серцеподібною основою, на 25 % менші за розміром від листків розетки, у їх пазухах розміщені квітки суцвіття, довжина віночка яких у *G. lutea* становить 2,1–2,4 см, а у *G. punctata* – 2,6–2,9 см (рис. 1.в, 2.в).

Генеративні органи високогірних рослин є найбільш вразливою частиною особин [6, 32, 33]. Тому існує низка пасивних та активних механізмів їх захисту. Верхні листки монокарпічних пагонів рослин *G. lutea* та *G. punctata* разом із пливчастими чашечками створюють своєрідний «мікропарник», що захищає зав'язь від перепадів температури. За деякими даними, температура усередині квітки високогірних рослин може бути на 8° С вищою від температури довкілля, амплітуда коливань якої упродовж дня може становити 12° С [6].



Рис. 2. Рослина *Gentiana punctata* L.: а – загальний вигляд; б – розетка листків; в – верхні листки генеративного пагона (<https://www.flickriver.com/photos/stationalpinejosephfourier/sets/72157601961436527/>)

Віночок рослин *G. punctata* із середини густо вкритий темними цятками, утвореними антоціанами, біосинтез яких посилюється за низьких температур [22] та збільшення фону УФ-радіації [23]. Сполуки флаваноїдної групи, локалізовані у поверхневих клітинах, завдяки поглинанню хвиль жовто-зеленого діапазону фотосинтетично активної радіації (ФАР) та ультрафіолету здатні частково компенсувати рослині нестачу теплової енергії та захищати її від впливу короткохвильової радіації [13]. Рослини виду *G. punctata* можуть рости не лише у субальпійському, але й проникати у альпійський пояс, де вони перебувають у більш стресових умовах. Тому підвищений вміст антоціанів у їхніх квітах, ймовірно, виконує як терморегулюючу, так й фотопротекторну функції.

Кліматичні умови високогір'я впливають й на фенологічні ритми видів. Початок і тривалість фенофази цвітіння у рослин *G. lutea* залежить від температури повітря та його вологості [3]. Початок цієї фенофази припадає на кінець червня – першу декаду липня і на нижчих гіпсометричних рівнях цвітіння триває 16–18 діб, а на вищих – 10–14 діб. Фаза бутонізації завершується за середньої температури повітря 10° С та його вологості 75–80%. Масове цвітіння відбувається за температури 18° С та його вологості близько 90%. Тривалість цвітіння однієї квітки залежить від погодних умов та коливається від 90 до 140 год. Послідовність розкриття квіток у суцвітті відбувається у напрямі «зверху до низу», лише в окремі роки спочатку квітують нижні яруси, а лише згодом – верхні. Кількість листково-

квіткових ярусів на генеративному пагоні коливається від 5 до 9, найбільш дружно розпускаються квітки 3 або 6 ярусів [3, 16].

У наукових працях відсутні детальні відомості про особливості проходження фенофази цвітіння рослинами виду *G. punctata*. Лише зазначають, що її початок припадає на кінець липня – початок серпня [17, 20]. Згідно наших досліджень, а також даних інших вчених [11], у останнє десятиліття відбувся зсув початку цієї фази на більш ранній період: першу–другу декади липня, а інколи й на останню декаду червня що, ймовірно, пов'язано із загальними кліматичними змінами та підвищенням температури [9, 25]. Порядок розкриття квітів у суцвітті подібний до *G. lutea*. Кількість ярусів у суцвітті залежить від висоти росту рослин над рівнем моря: на нижчих висотах 3, а на вищих не перевищує 2. Зменшення кількості метамерів на пагонах (олігомеризація) у екстремальних умовах росту пов'язують із суворістю клімату, збідненням ґрунтів на вміст доступних для рослин елементів мінерального живлення, коротким вегетаційним періодом. Нижчі розміри рослин *G. punctata*, менша кількість ярусів у суцвітті, порівняно з особинами *G. lutea*, є, ймовірно, ще однією формою прояву адаптації до росту на вищих гіпсометричних рівнях. Характерна для обох видів почерговість розкриття квіток у суцвітті зменшує ризик їхнього пошкодження у випадку раптових заморозків. Такі морфологічні адаптації та рухові реакції листків і квіток рослин *G. lutea* та *G. punctata* можна віднести до групи активних адаптацій, які дозволяють зберігати сприятливий режим для генеративних органів рослин [6].

Інший вид роду *Gentiana* – *G. acaulis* зростає як у альпійському, так і субальпійському поясах і за класифікацією пагонових систем належить до групи симподіальних столоноутворюючих напіврозеткових рослин з видовженими базальними частинами монокарпічного пагона [18]. Прикореневі листки гладенькі яйцевидні, еліптичні або еліптично-овальні (довжина до 15-ти см, ширина – до 7 см), до основи завужені, тупуваті або коротко загострені, з виразними поздовжніми жилками. Стеблові листки яйцевидні, або видовжено яйцевидні, 1–2 см завдовжки. Структура монокарпічного пагона рослин цього виду за диференціацією міжвузлів займає проміжне положення між ди- та поліциклічними пагонами [18]. Усі частини монокарпічного пагона у цього виду формуються упродовж попереднього року, включно з термінальною квіткою, яка залишається в бруньці; на наступний рік – лише видовжується квітконос і розкривається квітка [31]. Зазначають, що чим коротший вегетаційний період, тим більше у флорі рослин із заздалегідь закладеними квітками. Із збільшенням висоти на 100 метрів н.р.м. тривалість вегетаційного періоду у середньому скорочується на 3–4 доби [6]. На висоті 1800–2000 м н. р. м. вегетаційний період триває на 2–2,5 місяці менше, ніж на рівнині. Тому, у 88,3 % високогірних видів квітки закладаються за рік до їхнього розкриття [6]. Ми підтримуємо погляди А. І. Прокопів [18], що особливості морфогенезу *G. acaulis* – це результат його адаптації до дуже короткого вегетаційного періоду в умовах високогір'я. Крім того, видам *G. acaulis*, *G. punctata*, *G. lutea* [7] властива перерва у цвітінні. Це дозволяє рослинам відновити запас поживних речовин, необхідний для забезпечення процесів їх життєдіяльності, зокрема, й репродукції насіння.

До однієї із форм адаптивної реакції, що дозволяє рослинам накопичувати необхідну кількість енергії за короткого вегетаційного періоду, відносять й високу тривалість життя. *G. lutea* за тривалістю великого життєвого циклу відноситься до рослин з невизначено довгим життєвим циклом (триває понад 50 років); *G. punctata* – до рослин з тривалим великим життєвим циклом (30–50 років) [15]; тривалість життя *G. acaulis*, згідно наших досліджень, залежить від гіпсометричних рівнів: на нижчих висотах – 15–17 років, а на вищих – 17–20 років.

Від видів *G. lutea* та *G. punctata* таксон *G. acaulis* відрізняється не лише за структурою пагонових систем, але й зниженням величин морфометричних параметрів діаметру розетки, листків, монокарпачних пагонів. Мініатюризація є результатом нестачі енергетичних і матеріальних ресурсів. Вона виникла як пасивна реакція на погіршення умов існування та призводить до компактнішого розташування пагонів, утворення сланких або притиснутих до субстрату форм, зменшення розмірів. Мініатюризація проявляється навіть у межах одного виду за локалізації його популяцій на різних гіпсометричних рівнях. Зазначають про зменшення

морфометричних параметрів листків у рослин популяцій *G. lutea* з вищих гіпсометричних рівнів [16] та розмірів розетки листків і кількості репродуктивних пагонів у рослин *G. acaulis* [14].

Висотні умови росту позначаються й на морфології генеративних органів рослин *G. acaulis*. На відміну від рослин *G. lutea* і *G. punctata*, у цього виду квітки верхівкові, поодинокі. Є яйцеподібно-дзвоникоподібна чашечка (довжиною 2–3 см) з яйцеподібними, коротшими за трубочку зубцями. Віночок значно довший – 4–7 см завдовжки, лійкоподібно-дзвоникоподібний, має голубувато-синє забарвлення з оливково-зеленими плямами [17]. Розміри квіток високогірних видів рослин можуть збільшуватися з підвищенням висоти місцевості над рівнем моря [30] або, навпаки, зменшуватися [30, 34]. Це пояснюють зміною розподілу біомаси та перенаправленням синтезованих вуглеводів у репродуктивні органи [29] або розглядають як відповідь морфо-фізіології квіток на вплив умов високогір'я [26]. Так, зазначають про збільшення розмірів квіток *Gentiana straminea* Maximowicz із підвищенням висоти н. р. м. [28]. У порядку зростання величин морфометричних параметрів квіток досліджені види розташовуються у такий ряд: *G. lutea* – *G. punctata* – *G. acaulis*.

Відмінності умов проживання позначилися не лише на морфології пагонових систем та генеративних органів, але й на тривалості функціонування вегетативної сфери – листків розетки. Серед дослідників відсутні єдині погляди щодо належності рослин *G. lutea* до групи літньозелених або зимозелених. За даними одних авторів, листові розетки рослин *G. lutea* наприкінці другого року вегетації повністю відмирають, а зимують лише бруньки [4, 18]. Це зазначають й для *G. punctata* [18]. Іншими дослідниками встановлено, що восени, наприкінці другого року життєвого циклу, прикоренева розетка листків усіх рослин жовкне і замінюється новим розетковим пагоном, листки якого упродовж зими залишаються зеленими. Цей процес повторюється й на наступний рік. Лише на четвертому році онтогенезу на місці відмерлих розеток утворюються бруньки, які перебувають у стані спокою упродовж зимового періоду [15]. Рослини *G. acaulis* відносять до групи зимозелених рослин [18].

Завдяки збереженню під сніговим покривом листкам, фотосинтез у рослин відбувається вже одразу після танення снігу. На прикладі зимозелених високогірних видів роду *Gentiana* флори Кавказу показано, що життєздатність їх листків забезпечується завдяки накопиченню у клітинах епідермісу значної кількості олій, які й перешкоджають утворенню кристалів льоду у протоплазмі [2]. У тканинах цієї групи видів у несприятливий період утворюється й міцний хлорофіл-білковий-ліпідний комплекс [2]. Водночас зелені частини рослин є резервом поживних речовин, які за необхідності можуть бути швидко мобілізовані. Подовження тривалості вегетаційного періоду під снігом сприяє повному завершенню циклу розвитку, аж до утворення зрілого насіння в умовах короткого вегетаційного періоду. Виходячи із вище зазначеного, зимозелені листки розетки рослин *G. acaulis* є ще однією формою адаптивної реакції, яка забезпечує їх повноцінний розвиток в умовах високогір'я.

За даними літературних джерел [11, 16, 28], усім видам роду *Gentiana* властива дихогамія у поєднанні з геркогамією. Тому для тирличів характерні протандричні квіти, у яких спочатку дозріває лише андроцей, а лише згодом – гінцедей. Крім того, тичинкові нитки здатні змінювати просторове розташування пильників, що дозволяє пилку висипатися на стінки трубочки віночка, тим самим уникаючи самозапилення. Існування цих 2 механізмів самоізоляції максимально знижує ризик інбридингу [11, 28] та дозволяє підтримати певний рівень генетичної різноманітності, навіть за умов просторової ізоляції популяцій. Це підтверджують результати досліджень генетичної структури шести ізольованих популяцій виду *G. lutea* з Українських Карпат [1]. Встановлено, що за значної генетичної ізоляції цих популяцій показники їх генетичної різноманітності за п'ятьма типами ПЛР-маркерів (RAPD, ISSR, CDDP, RGAP, IRAP) є високими, зокрема: P (частка поліморфних ампліконів) становить 93–99%; He (очікувана гетерозиготність) – 0,228–0,274; S (індекс Шеннона) – 0,368–0,423; Dj (генетичні відстані Жакарда) – 44,4–66%. Ці параметри не виходять за межі рівня генетичного поліморфізму, властивого й іншим таксонам родини Gentianaceae [1].

У науковій літературі відсутні дані щодо особливостей анатомічної будови листків досліджуваних видів. Є лише фрагментарні відомості, які стосуються анатомії генеративних пагонів виду *Gentiana algida* Pallas, подібного за морфологічною будовою до виду *G. acaulis*.

Внутрішня будова стебла цієї рослини має низку характерних анатомічних особливостей. Між деревиною і епідермісом розташована широка кора з великими повітряними порожнинами, оточеними паренхімними клітинами, які являють собою безперервні ходи, що тягнуться вздовж усього стебла рослини. Таким чином утворюється ціла система порожнин, які виконують роль термоізоляційної подушки. Це дозволяє вдень за сильної сонячної інсоляції не допускати перегріву рослини, а вночі – затримувати тепловіддачу з клітин назовні. Крім того, така будова дозволяє переживати короточасні, але доволі різкі перепади температур, які є характерними для високогір'я. Подібну анатомічну будову рослин часто порівнюють із термосом [2]. Припускають, що вона може бути обумовлена й необхідністю створення високого осмотичного тиску для підтримання водного балансу в умовах дефіциту вологи. У цьому випадку, зниження тургору сприяє зменшенню парціального тиску пари у міжклітинниках і, відповідно, збільшує всисну силу рослини [2].

G. lutea і *G. punctata* належать до вегетативно малорухомих рослин. У випадку *G. lutea* вегетативно розмножуються лише віргінільні і, значно рідше, іматурні та генеративні особини. У популяціях виду *G. punctata* до вегетативного розмноження здатні особини віргінільної та генеративної групи. У популяціях цих видів завжди є значна частка особин, які не приступають до вегетативного розмноження. Загалом, цей тип самопідтримання інтенсифікується лише за несприятливих умов середовища. Це підтверджують і результати анатомічних досліджень U. C. Samarakoon et al. [35] щодо процесу ініціювання вегетативного розмноження та розвитку адвентивних пагонів у рослин роду *Gentiana*, у тому числі й особин *G. lutea*. Було показано, що крім виступаючих над поверхнею перидерми ділянок із примордіями листків розетки, у перидермі перехідної зони каудексу 2–3 річних рослин *G. lutea* є зони дрібних недиференційованих клітин, з яких за стресових умов культури *ex vitro* й можуть утворюватися адвентивні пагони [35, 36]. Партикуляція та повна дезинтеграція у рослин видів *G. lutea* та *G. punctata* відбувається лише на субсенільній або сенільній стадіях розвитку [15]. Особини вегетативного походження мають значно нижчу життєвість і часто переходять у квазисенільний стан. Такі особливості біології розмноження цих видів значно ускладнюють можливість підтримання необхідної чисельності їх особин у сучасних високогірних фітоценозах Українських Карпат, видовий склад яких швидко трансформується в результаті демутаційних сукцесій, спричинених кліматичними змінами [8, 25, 27] та/або зміною інтенсивності пасторального навантаження [8].

Вид *G. acaulis* належить групи вегетативно рухомих рослин. Інтенсифікація вегетативного розмноження у цього таксона компенсує низьку схожість його насіння, зумовлену недорозвинутим зародком [19]. Розвиток системи їх тонких кореневищ у значній мірі залежить від запасу поживних речовин. Останнє визначають як умови середовища, фітоценотичне оточення, так й ступінь розвитку кореневої системи.

Функціональні особливості підземних органів високогірних рослин залежать від типу субстрату. У тих, що ростуть на щербенистих ґрунтах або на ґрунтах зі значним шаром підстилки, спостерігається геофітізація (тобто втягування рослин у землю). У процесі такої біоморфологічної адаптації високогірних видів сформувалися корені із добре розвинутою механічною тканиною [6]. За нестачі вологи такі корені здатні висихати, скорочуватися у довжину та втягувати рослину у ґрунт. Сильна коленхіматизація перициклу (а, відповідно, й геофітізація) характерна для багаторічних додаткових коренів рослин *G. acaulis* [18]. Це дозволяє виду виживати на щербенистих ґрунтах альпійських ценозів Українських Карпат. Однак через помірну паренхіматизацію вторинної флоєми та ксилеми корені рослин *G. acaulis* володіють незначною здатністю до запасання поживних речовин [18]. Тому зміна умов існування цього виду позначається як на його вегетативному, так і на генеративному розмноженні.

У видів *G. lutea*, *G. punctata* коренева система складається із багаторічних додаткових запасуючих коренів (довжиною до 60 см), що ззовні нагадують корені бобових. У *G. punctata*, окрім запасуючих, розвиваються ще й всисні (провідні) корені [18]. Зазначають, що корені цих таксонів мають потужну паренхіматозовану вторинну деревиною, яка містить інтерксілярну флоєму, що й обумовлює їх крайню спеціалізацію до запасання речовин. Це підтверджують й

результати досліджень анатомічної будови запасуючих коренів *G. lutea*, здійснені U. C. Samarakoon et al. [35].

Підземна фітомаса у цих видів, як й у більшості високогірних рослин, зазвичай перевищує надземну у 3–7 разів [6]. Це детерміновано 2 чинниками: 1) необхідністю швидко проходити фази розвитку в умовах короткого вегетаційного періоду та створення для цього «депо» поживних речовин у підземних органах, що й зумовлює збільшення їх маси; 2) нестачею сполук нітрогену у високогірних ґрунтах, що й зумовлює збільшення всмоктуючої поверхні коренів.

Особливістю усіх досліджених видів є відсутність кореневих волосків, оскільки у субризодермальному шарі клітин екзодерми вже на ранніх фазах розвитку кореня зовнішні стінки потовщуються та суберинізуються. У подальшому відбувається поступове злищування ризодерми і функцію покривної тканини поступово виконують, у випадку *G. lutea* та *G. Punctata*, ектодерма, ендодерма, атипична покривна тканина перичиклічного походження та перидерма. У рослин *G. acaulis* функцію ризодерми поступово виконують лише ектодерма та ендодерма. Відсутність кореневих волосків у досліджених видів компенсується арбускулярною мікоризою (АМ) [31], яка є результатом симбіозу з гломовими грибами (*Glomeromycota*) [24, 37]. Встановлено, що АМ колонізують коріння рослин в обмін на вуглеводи. При цьому вони сприяють засвоєнню води та мінеральних речовин, підвищують толерантність рослин до патогенів, посухи, високої температури ґрунту, токсичних важких металів, екстремальних показників рН [31]. Досліджувані види утворюють мікоризу з «Paris»-типом АМ, гіфи якого вільно проникають через ризодерму та розвиваються лише всередині паренхімних клітин, заселяючи при цьому до 40 % клітин. Виділяють 2 типи гіфальних утворень: котушки (спіралі товстих гіф) і арбускули (сильно розгалужені гіфи різного діаметру) (рис. 3). Спіральні гіфи містять цитоплазму, ядра, мітохондрії, частинки глікогену і численні малі вакуолі, які часто включають лужні фосфатази і осміофільні гранули, описані як поліфосфати. У паренхімній клітині, в яку проникли гіфи збільшується кількість органел, особливо, мітохондрії і пластид, диктіосом, а також площа ендоплазматичного ретикулуму, що є ознакою посилення метаболічної активності клітини-живителя [31]. Вважають, що мікоризація значно підвищує поглинання рослинами сполук нітрогену та фосфору, що є особливо важливим за росту на бідних за поживними речовинами високогірних ґрунтах [12]. Тому за відсутності кореневих волосків обов'язкова ендомікориза є тим чинником, що лімітують умови функціонування кореневих систем цих видів.

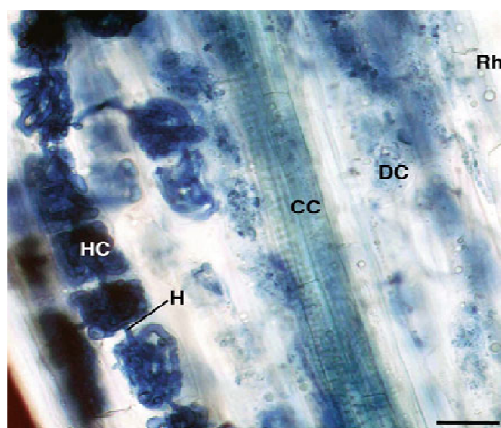


Рис. 3. АМ типу «Paris» у корені *Gentiana acaulis* L. Умовні позначення: HC – внутрішньоклітинні гіфальні котушки, H – гіфа-арбускул, що проростає безпосередньо з клітини до клітини, DC – деградовані внутрішньоклітинні гіфальні котушки, Rh – ризодерма, CC – центральний циліндр. Бар = 50 лм [31].

Висновки

Види *G. lutea*, *G. punctata* та *G. acaulis* у процесі тривалої еволюції виробили високу адаптивну здатність виживати й розмножуватися за екстремальних умов високогір'я. Однак анатомо-

морфологічні особливості їх пагонових та кореневих систем, специфіка репродуктивної біології, низька регенераційна здатність кореневих систем визначають їхню вразливість до порушення абіотичних або біотичних умов росту. Тому надмірне пасторальне та рекреаційне навантаження на високогірні угруповання у комплексі із посиленням глобального потепління можуть призвести до елімінації цих видів зі складу флори Українських Карпат.

1. Андреев И. О., Бублик Е. Н., Мосула М. З., Спиридонова Е. В., Дробык Н. М., Кунах В. А. Влияние фрагментации ареала на генетическое разнообразие растений на примере двух редких видов флоры Украины *Gentiana lutea* L. и *Iris pumila* L. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2015. Т. 17. С. 285–288.
2. Астамирова М. А.-М., Умаров М. У., Тайсумов М. А. Анатомио-физиологические адаптации криофильных растений центральной и восточной части главного Кавказского хребта. *Вестник КрасГАУ*. 2016. № 11. С. 114–122.
3. Бедей М. І., Кризь О. П., Волощук М. І., Маханець І. А. Тирлич жовтий (*Gentiana lutea* L.) в Українських Карпатах. Ужгород : ПП «Повч Р.М», 2010. 132 с.
4. Борисова Н. А. Формирование морфологической структуры горечавки желтой – *Gentiana lutea* L. *Вопросы фармакогнозии*. 1960. Т. 12. С. 311–317.
5. Вишневський В. І., Шевчук С. А. Використання даних дистанційного зондування Землі для з'ясування термічних особливостей Українських Карпат. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2017. Т. 12. С. 47–52.
6. Волков И. В. Введение в экологию высокогорных растений: учебное пособие. Томск : Из-во ТГПУ, 2006. 416 с.
7. Кияк В. Г. Варіабельність онтогенезу особин у популяціях рідкісних видів рослин високогір'я Українських Карпат. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2012. Т. 3 (10), № 1. С. 77–92.
8. Кияк В. Г., Білонога В. М. Сучасні структурні зміни популяцій рослин високогір'я Українських Карпат. *Наукові записки державного природознавчого музею*. 2016. Т. 32. С. 39–48.
9. Кияк В. Г., Штупун В., Білонога В. М. Кліматогенні загрози популяціям рідкісних і ендемічних видів рослин високогір'я Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2016. Вип. 74. С. 104–115.
10. Климишин О. Оптимізація, охорона і раціональне використання рослинності високогір'я та верхньої межі лісу Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2010. Вип. 54. С. 27–40.
11. Кушинська М. Комахи-запилювачі тирличів роду *Gentiana* L. у високогір'ї Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2009. Вип. 51. С. 102–109.
12. Лавренов Н. Г., Зернов А. С., Кипкеев А. М., Текеев Д. К., Семенова Р. Б., Ахметжанова А. А., Переведенцева Л. Г., Судзиловская Н. А., Корнеева М. Ю., Онипченко В. Г. Микориза растений в экстремальных условиях: альпийские ковры Армении. *Журнал общей биологии*. 2017. Т. 78, № 4. С. 80–85.
13. Ліханов А. Ф., Пентелюк О. С., Григорюк І. П., Костенко С. М. Просторова специфічність нагромадження фенолів у листках рослин гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.). *Биоресурсы и природопользование*. 2016а. Т. 8, № 3–4. С. 5–13.
14. Микітчак Т., Решетило Т. О., Царик Й. Консортивна структура тирличу ваточниковидного (*Gentiana asclepiadea* L.) і тирличу безстеблого (*Gentiana acaulis* L.) масиву Чорногора (Українські Карпати). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2009. Вип. 50. С. 35–43.
15. Москалюк Б. І. Інтродукція *Gentiana lutea* L. в Українських Карпатах. *Інтродукція рослин*. 2013б. № 1. С. 22–26.
16. Москалюк Б. І., Комендар В. І. Високогірні види роду *Gentiana* L. в Українських Карпатах та наукові основи їх охорони. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. 2008. Т. 24. С. 234–243.
17. Нестерук Ю. Рослинний світ Українських Карпат: Чорногора. Екологічні мандрівки. Львів, 2003. 345 с.
18. Прокопів А. І. Структурна організація пагонових систем *Gentiana* L. *Modern Phytomorphology*. 2012. Vol. 1, No 7–9. С. 149–152.
19. Страшний Н. М., Грицак Л. Р., Леськова О. М. Використання біотехнологічних методів для збереження *Gentiana acaulis* L. в Українських Карпатах. *Науковий вісник Чернівецького університету : збірник наук. праць*. Вип. 145: Біологія. 2002. С. 154–159.
20. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.

21. Чопик В. І. Високогірна флора Українських Карпат. Київ: Наукова думка, 1976. 269 с.
22. Borman J., Szilagyı A., Hideg E. Role of plant phenolics in UV-protection. *29 Annual Meeting of the American Society of Photobiology*. Chicago, 2004. Abstracts.
23. Boston R. S., Vittanen P. V., Vierling E. Molecular chaperones and protein folding in plants. *Plant Molecular Biology*. 1996. Vol. 32 (1–2). С. 191–222. doi: 10.1007 / BF00039383.
24. Brundrett M. C. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant Soil*. 2009. Vol. 320, № 1–2. P. 37–77.
25. Catorci A., Piermarteri K., Tardella F. M. Pedo-climatic and land use preferences of *Gentiana lutea* subsp. *lutea* in central Italy. *Plant Ecology and Evolution*. 2014. Vol. 147, № 2. P. 176–186. doi: 10.5091/plecevo.2014.962.
26. Chandler J. The hormonal regulation of flower development. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2011. Vol. 30. P. 242–254.
27. Cuena-Lombraña A., Mauro F., Fenu G., Cogoni D., Bacchetta G. The impact of climatic variations on the reproductive success of *Gentiana lutea* L. in a Mediterranean mountain area. *International Journal of Biometeorology*. 2018. Vol. 62, № 7. P. 1283–1295. doi: 10.1007/s00484-018-1533-3
28. Duan Y., He Ya., Liu J. Reproductive ecology of the Qinghai-Tibet Plateau endemic *Gentiana straminea* (Gentianaceae), a hermaphrodite perennial characterized by herkogamy and dichogamy. *Acta Oecologica*. 2005. Vol. 27. P. 225–232. doi:10.1016/j.actao.2005.01.003.
29. Hautier Y., Randin C. F., Stöcklin, J., Guisan, A. Changes in reproductive investment with altitude in an alpine plant. *Journal of Plant Ecology*. 2009. Vol. 2, No 3. P. 125–134. doi: 10.1093/jpe/rtp011.
30. He J. Dong T., Huang K., Yang Y., Li D., Xu X., He X. Sex-specific floral morphology, biomass, and phytohormones associated with altitude in dioecious *Populus cathayana* populations. *Ecology and Evolution*. 2017. Vol. 7, Iss. 11. P. 3976–3986. doi: 10.1002/ece3.2808.
31. Kolaříková Z. The Role of Arbuscular Mycorrhiza in the Growth and Development of Plants in the Family Gentianaceae: The Gentianaceae. Vol. 1: Characterization and Ecology. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2014. P. 303–316.
32. Körner C. Concepts in empirical plant ecology. Grubb Review. *Journal Plant Ecology & Diversity*. 2018. Vol. 11, Iss. 4. P. 405–428. doi: 10.1080/17550874.2018.1540021.
33. Körner Ch. Alpine plant life: functional plant ecology of high moun. Heidelberg : Springer, Science & Business, 2003. 298 p. doi: 10.1007/978-3-642-18970-8.
34. Nagano Y., Abe K., Kitazawa T. et al. Changes in pollinator fauna affect altitudinal variation of floral size in a bumblebee-pollinated herb. *Ecology and Evolution*. 2014. Vol. 4 (17). P. 3395–3407. doi: 10.1002/ece3.1191
35. Samarakoon U. C., Funnell K. A., Woolley D. J., Ambrose B. A., Morgan E. R. Anatomical investigations determining the origin of crown buds on the transition zone of gentians. *New Zealand journal of botany*. 2013. Vol. 51, № 4. P. 264–274. doi: 10.21273/JASHS.139.1.13.
36. Scippa G. S., Trupiano D., Rocco M., Di Iorio A., Chiatante D. Unravelling the response of poplar (*Populus nigra*) roots to mechanical stress imposed by bending. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. 2008. Vol. 142. Iss. 2. P. 401–413. doi: 10.1080/11263500802151058.
37. Wang B., Qiu Y.-L., 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*. V. 16. № 5. P. 299–363. doi: 10.1007/s00572-005-0033-6.

References

1. Andreev I.O., Bublyk O.M., Mosula M.Z., Spiridonova K.V., Drobyk N.M., Kunakh V.A. Impact of habitat fragmentation on genetic diversity of plants in two rare species of the ukrainian flora *Gentiana lutea* L. and *Iris pumila* L. *Factors in experimental evolution of organisms*. 2015. Vol. 17. P. 284–288. [in Russian]
2. Astamirova M.A.-M., Umarov M.U., Taisumov M.A. Anatomical and physiological adaptations of cryophilic plants of central and eastern main Caucasus ridge. *Vestnik KrasGAU*. 2016. № 11. S. 114–122. [in Russian]
3. Bedey M. I., Krys' O. P., Voloshchuk M. I., Makhnats' I. A. Tyrlych zhovtyy (*Gentiana lutea* L.) v Ukrayins'kykh Karpatakh. Uzhhorod : PP «Povch R.M», 2010. 132 s. [in Ukrainian]
4. Borysova N. A. Formyrovanye morfolohycheskoy struktury horechavky zheltoy – *Gentiana lutea* L. *Voprosy farmakohnozyy*. 1960. T. 12. S. 311–317. [in Russian]
5. Vyshnevskiy V. I., Shevchuk S. A. The use of remote sensing metods for determination of the thermal characteristics of the Ukraianian Carpathians. *Ukrai'ns'kyj zhurnal dystancijnogo zonduvannja Zemli*. 2017. T. 12. S. 47–52. [in Ukrainian]

6. Volkov I. V. Vvedenie v jekologiju vysokogornyh rastenij: uchebnoe posobie. Tomsk : Iz-vo TGPU, 2006. 416 s. [in Russian]
7. Kyyak V. H. Variability of the ontogeny of individuals in populations of the rare plant species from high mountain zone of the Ukrainian Carpathians. *Naukovi osnovy zberezhennja biotychnoi' riznomanitnosti*. 2012. Vol. 3(10), № 1. S. 77–92. [in Ukrainian]
8. Kyyak V., Shtupun V., Bilonoha V. Climatic threats to population of rare and endemic plants in upper part of the Ukrainian Carpathians. *Visnyk of the Lviv University. Series Biology*. 2016. Iss. 74. P. 104–115. [in Ukrainian]
9. Kyyak V. H., Bilonoha V. M. Current structural changes in plant populations in the upper part of the Ukrainian Carpathians. *Naukovi zapysky derzhavnogo pryrodoznavchogo muzeju*. 2016. Vol. 32. S. 39–48. [in Ukrainian]
10. Klymyshyn O. Optimization, protection and rational using of the Ukrainian Carpathians highlands vegetation and high boundary of the forest. *Visnyk of the Lviv University. Biology series*. 2010. Iss. 54. P. 27–40. [in Ukrainian]
11. Kushynska M. Insect Pollinators of Gentian of the genera *Gentiana* L. in highlands of Ukrainian Carpathians. *Visnyk of the Lviv University. Biology series*. 2009. Iss. 51. S. 102–109. [in Ukrainian]
12. Lavrenov N. G., Zernov A. S., Kipkeev A. M., Tekeev D. K., Semenova R. B., Akhmetzhanova A. A., Perevedentseva L. G., Sudzilovskaya N. A., Korneecheva M. Yu., Onipchenko V. G. Plant mycorrhiza under extreme conditions: Alpine snowbeds in Armenia. *Zhurnal obshhej byologyy*. 2017. Vol. 78, № 4. P. 80–85. [in Russian]
13. Likhanov A., Penteliuk O., Grigoryuk I., Kostenko S. Spatial specificity taking phenols are in leaves of horse chestnut plants (*Aesculus hippocastanum* L.). *Biological Resources and Nature Management*. 2016. Vol. 8, №3–4. P. 5–13. [in Ukrainian]
14. Mykitchak T., Reshetylo O., Tsaryk J. The consortive structure of *Gentiana asclepiadea* L. and *Gentiana acaulis* L. in Chornohora massif (Ukrainian Carpathians). *Visnyk of the Lviv University. Biology series*. 2009. Iss. 50. S. 35–43. [in Ukrainian]
15. Moskalyuk B. Introduction of *Gentiana lutea* L. in Ukrainian Carpathians. *Introdukciya roslyn*. 2013. № 1. S. 22–26. [in Ukrainian]
16. Moskalyuk B. I., Komendar V. I. Gentiana L. high-mountainous species in Ukrainian Carpathians and scientific foundations of their protection. *Sci. Bull. Uzhgorod Univ. (Ser. Biol.)*. 2008. Vol. 24. S. 234–243. [in Ukrainian]
17. Nesteruk Yu. Roslynnyy svit Ukrayins'kykh Karpat: Chornohora. Ekolohichni mandrivky. L'viv, 2003. 345 s. [in Ukrainian]
18. Prokopiv A. I. Structural organization of shoot system of *Gentiana* L. *Modern Phytomorphology*. 2012. Vol. 1 P. 149. [in Ukrainian]
19. Strashnyuk N. M., Hrytsak L. R., Les'kova O. M. Vykorystannya biotekhnolohichnykh metodiv dlya zberezhennya *Gentiana acaulis* L. v Ukrayins'kykh Karpatakh. *Naukovyy visnyk Chernivets'koho universytetu : zbirnyk nauk. prats'*. Vyp. 145: Biolohiya, 2002. S. 154–159. [in Ukrainian]
20. Chervona knyha Ukrayiny. Roslynnyy svit / za red. Ya. P. Didukha. Kyiv : Hlobalkonsaltnyh,, 2009. 900 s. [in Ukrainian]
21. Chopyk V. I. Vysokohirna flora Ukrayins'kykh Karpat. Kyiv: Naukova dumka, 1976. 269 s. [in Ukrainian]
22. Borman J., Szilagyi A., Hideg E. Role of plant phenolics in UV-protection. *29 Annual Meeting of the American Society of Photobiology*. Chicago, 2004. Abstracts.
23. Boston R. S., Vittanen P. V., Vierling E. Molecular chaperones and protein folding in plants. *Plant Molecular Biology*. 1996. Vol. 32 (1–2). C. 191–222. doi: 10.1007 / BF00039383.
24. Brundrett M. C. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant Soil*. 2009. Vol. 320, № 1–2. P. 37–77.
25. Catorci A., Piermarteri K., Tardella F. M. Peco-climatic and land use preferences of *Gentiana lutea* subsp. *lutea* in central Italy. *Plant Ecology and Evolution*. 2014. Vol. 147, № 2. P. 176–186. doi: 10.5091/pelevevo.2014.962.
26. Chandler J. The hormonal regulation of flower development. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2011. Vol. 30. P. 242–254.
27. Cuena-Lombraña A., Mauro F., Fenu G., Cogoni D., Bacchetta G. The impact of climatic variations on the reproductive success of *Gentiana lutea* L. in a Mediterranean mountain area. *International Journal of Biometeorology*. 2018. Vol. 62, № 7. P. 1283–1295. doi: 10.1007/s00484-018-1533-3
28. Duan Y., He Ya., Liu J. Reproductive ecology of the Qinghai-Tibet Plateau endemic *Gentiana straminea* (Gentianaceae), a hermaphrodite perennial characterized by herkogamy and dichogamy. *Acta Oecologica*. 2005. Vol. 27. P. 225–232. doi:10.1016/j.actao.2005.01.003.

29. Hautier Y., Randin C. F., Stöcklin, J., Guisan, A. Changes in reproductive investment with altitude in an alpine plant. *Journal of Plant Ecology*. 2009. Vol. 2, No 3. P. 125–134. doi: 10.1093/jpe/rtp011.
30. He J. Dong T., Huang K., Yang Y., Li D., Xu X., He X. Sex specific floral morphology, biomass, and phytohormones associated with altitude in dioecious *Populus cathayana* populations. *Ecology and Evolution*. 2017. Vol. 7, Iss. 11. P. 3976–3986. doi: 10.1002/ece3.2808.
31. Kolaříková Z. The Role of Arbuscular Mycorrhiza in the Growth and Development of Plants in the Family Gentianaceae: The Gentianaceae. Vol. 1: Characterization and Ecology. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2014. P. 303–316.
32. Körner C. Concepts in empirical plant ecology. Grubb Review. *Journal Plant Ecology & Diversity*. 2018. Vol. 11, Iss. 4. P. 405-428. doi: 10.1080/17550874.2018.1540021.
33. Körner Ch. Alpine plant life: functional plant ecology of high moun. Heidelberg : Springer, Science & Business, 2003. 298 p. doi: 10.1007/978-3-642-18970-8.
34. Nagano Y., Abe K., Kitazawa T. et al. Changes in pollinator fauna affect altitudinal variation of floral size in a bumblebee-pollinated herb. *Ecology and Evolution*. 2014. Vol. 4 (17). P. 3395–3407. doi: 10.1002/ece3.1191.
35. Samarakoon U. C., Funnell K. A., Woolley D. J., Ambrose B. A., Morgan E. R. Anatomical investigations determining the origin of crown buds on the transition zone of gentians. *New Zealand journal of botany*. 2013. Vol. 51, № 4. P. 264–274. doi: 10.21273/JASHS.139.1.13.
36. Scippa G. S., Trupiano D., Rocco M., Di Iorio A., Chiatante D. Unravelling the response of poplar (*Populus nigra*) roots to mechanical stress imposed by bending. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. 2008. Vol. 142. Iss. 2. P. 401-413. doi: 10.1080/11263500802151058
37. Wang B., Qiu Y.-L., 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*. V. 16. № 5. P. 299–363. doi: 10.1007/s00572-005-0033-6.

L. R. Hrytsak, N. M. Drobyk

Ternopil Volodymyr Hnatuk National Pedagogical University, Ukraine

ADAPTIVE STRATEGIES OF *GENTIANA* L. SPECIES UNDER THE CONDITIONS OF UKRAINIAN CARPATHIAN HIGHLANDS

Peculiarities of adaptive strategies of rare species of *Gentiana lutea* L., *Gentiana punctata* L., *Gentiana acaulis* L., which allow them to survive in the highlands of the Ukrainian Carpathians, are analyzed. The ability of these species to survive in the highlands is determined not by their individual adaptive properties, but by the integrated interaction of morphological, anatomical, physiological, biorhythmological, reproductive and other features, which increase the adaptability of plants to specific habitats and shape their individual survival strategies.

The findings show that the formation of semi-rosette structures in plant species of *G. lutea*, *G. punctata*, and *G. acaulis* is a morphological property that allows them to exist in specific conditions of the highlands, where the surface layer of air is heated better. A number of passive and active mechanisms of protection of generative organs are revealed.

The upper leaves of monocarpic shoots of *G. lutea* and *G. punctata* together with the membranous cups create a kind of "micro-greenhouse" that protects the ovary from temperature changes. Both species are characterized by alternation of flowers in the inflorescence, which reduces the risk of damage in case of sudden frosts and belongs to the group of active adaptations that provide a favorable temperature for the development of generative organs of plants.

The corolla of *G. punctata* plants is densely covered with dark spots, and in *G. acaulis* plants it has a bluish color with olive-green spots. This is a sign of high content of anthocyanins, the biosynthesis of which is enhanced at low temperatures and increase the background of UV radiation and partially compensates for the lack of thermal energy in plants and protects them from short-wave radiation.

There is a correlation between the size of the corolla in plants and the hypsometric level of growth of species: increase in altitude above the sea level leads to size increase too. All species are characterized by a break in flowering and high life expectancy, which allows plants to restore the supply of nutrients necessary to ensure the processes of life, including seed production during a short-term vegetation period. These species are also characterized by miniaturization of morphometric parameters, which is a manifestation not only of interspecific features, but is also typical of the given

species due to the localization of its populations at different hypsometric levels. The study demonstrated that differences in living conditions also affected the duration of functioning of rosette leaves. In species with lower hypsometric growth levels (*G. lutea* and *G. punctata*) only immature plants belong to the group of evergreen plants, and in the alpine species of *G. acaulis* - plants of all stages of ontogenesis. This allows plants to carry out photosynthesis immediately after the snow melts. The research findings reveal that the growing conditions also affected the morphology and anatomy of underground organs, which in *G. lutea* and *G. punctata* are represented by perennial additional storage roots with strong parenchymal secondary wood and interxylary phloem. In *G. acaulis*, the root system is represented by thin additional roots, which are characterized by moderate parenchymatization of the secondary phloem and xylem. Accordingly, it affects the storage of nutrients, the depot of which in *G. lutea* and *G. punctata* has a root system, and in *G. acaulis* - a rosette of leaves. The peculiarity of these species is the absence of root hairs, which is compensated by the development of arbuscular mycorrhiza, which is the result of symbiosis with glomus fungi (Glomeromycota).

Key words: *G. lutea*, *G. punctata*, *G. acaulis*, adaptation strategies, morphology, physiology, anatomy.

Надійшла 06.05.2020.

УДК: 612.115-083-001.8

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.14

Н. О. ШУРКО, В. Л. НОВАК

ДУ «Інститут патології крові та трансфузійної медицини НАМН України»
вул. Генерала Чупринки, 45, Львів, 79057
e-mail: natalia_shurko@ukr.net

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ОДЕРЖАННЯ ФАКТОРА VIII ЗСІДАННЯ КРОВІ

Проведено аналіз і систематизацію даних літератури щодо основних технологій одержання фактора VIII (FVIII) зсідання крові.

Відзначено, що традиційні методи виділення FVIII включають стадії осадження, що були спрямовані на усунення білкових домішок, таких як фібриноген, фібрoneктин та імуноглобуліни. Встановлено, що використання хроматографічних методів у технології виведення FVIII дозволило отримати препарати високого рівня чистоти та питомої активності.

Ключові слова: зсідання, плазма, фактор VIII (FVIII), розділення.

Фактор зсідання крові VIII (FVIII) – це неферментативний кофактор активованого фактора IX (FIXa), що належить до високомолекулярних білків (молекулярна маса FVIII приблизно 330 кДа) та нестабільний через можливі процеси активації/інактивації [14]. У плазмі крові людини FVIII знаходиться в концентрації 1–2 мг/мл, стабільний при рН 6,5–8,5, ізoeлектрична точка є в межах 6,95–7,02. Вроджений чи набутий дефіцит FVIII є причиною виникнення розвитку гемофілії А, лікування якої полягає у компенсаторному введенні препаратів фактора як плазмового, так і рекомбінантного походження. Плазмові препарати є дешевші у порівнянні з рекомбінантними, проте не можуть гарантувати абсолютну вірусну безпеку. З іншого боку відмічено, що ризик розвитку інгібіторних антитіл до FVIII рекомбінантного зразка майже удвічі вищий (27,4 %), ніж для плазмових препаратів (14,3 %) [15].

Безумовно, білки плазми крові, що знаходяться у значно вищій концентрації, чи ті, що проявляють подібні фізико-хімічні властивості, заважають очищенню FVIII. Проведення попередніх етапів осадження/ преципітації нецільових білків не тільки полегшує процес виділення бажаного білка (FVIII), але й покращує його аналітичні характеристики, оскільки

species due to the localization of its populations at different hypsometric levels. The study demonstrated that differences in living conditions also affected the duration of functioning of rosette leaves. In species with lower hypsometric growth levels (*G. lutea* and *G. punctata*) only immature plants belong to the group of evergreen plants, and in the alpine species of *G. acaulis* - plants of all stages of ontogenesis. This allows plants to carry out photosynthesis immediately after the snow melts. The research findings reveal that the growing conditions also affected the morphology and anatomy of underground organs, which in *G. lutea* and *G. punctata* are represented by perennial additional storage roots with strong parenchymal secondary wood and interxylary phloem. In *G. acaulis*, the root system is represented by thin additional roots, which are characterized by moderate parenchymatization of the secondary phloem and xylem. Accordingly, it affects the storage of nutrients, the depot of which in *G. lutea* and *G. punctata* has a root system, and in *G. acaulis* - a rosette of leaves. The peculiarity of these species is the absence of root hairs, which is compensated by the development of arbuscular mycorrhiza, which is the result of symbiosis with glomus fungi (Glomeromycota).

Key words: *G. lutea*, *G. punctata*, *G. acaulis*, adaptation strategies, morphology, physiology, anatomy.

Надійшла 06.05.2020.

УДК: 612.115-083-001.8

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.14

Н. О. ШУРКО, В. Л. НОВАК

ДУ «Інститут патології крові та трансфузійної медицини НАМН України»
вул. Генерала Чупринки, 45, Львів, 79057
e-mail: natalia_shurko@ukr.net

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ОДЕРЖАННЯ ФАКТОРА VIII ЗСІДАННЯ КРОВІ

Проведено аналіз і систематизацію даних літератури щодо основних технологій одержання фактора VIII (FVIII) зсідання крові.

Відзначено, що традиційні методи виділення FVIII включають стадії осадження, що були спрямовані на усунення білкових домішок, таких як фібриноген, фібрoneктин та імуноглобуліни. Встановлено, що використання хроматографічних методів у технології виведення FVIII дозволило отримати препарати високого рівня чистоти та питомої активності.

Ключові слова: зсідання, плазма, фактор VIII (FVIII), розділення.

Фактор зсідання крові VIII (FVIII) – це неферментативний кофактор активованого фактора IX (FIXa), що належить до високомолекулярних білків (молекулярна маса FVIII приблизно 330 кДа) та нестабільний через можливі процеси активації/інактивації [14]. У плазмі крові людини FVIII знаходиться в концентрації 1–2 мг/мл, стабільний при рН 6,5–8,5, ізoeлектрична точка є в межах 6,95–7,02. Вроджений чи набутий дефіцит FVIII є причиною виникнення розвитку гемофілії А, лікування якої полягає у компенсаторному введенні препаратів фактора як плазмового, так і рекомбінантного походження. Плазмові препарати є дешевші у порівнянні з рекомбінантними, проте не можуть гарантувати абсолютну вірусну безпеку. З іншого боку відмічено, що ризик розвитку інгібіторних антитіл до FVIII рекомбінантного зразка майже удвічі вищий (27,4 %), ніж для плазмових препаратів (14,3 %) [15].

Безумовно, білки плазми крові, що знаходяться у значно вищій концентрації, чи ті, що проявляють подібні фізико-хімічні властивості, заважають очищенню FVIII. Проведення попередніх етапів осадження/ преципітації нецільових білків не тільки полегшує процес виділення бажаного білка (FVIII), але й покращує його аналітичні характеристики, оскільки

усунення природних інгібіторів чи активаторів даного білка впливає на характеристику кінцевого продукту.

Метою рукопису було проведення аналізу і систематизації даних літератури щодо основних технологій одержання препаратів FVIII зсідання крові в поєднанні класичних (фракціонування) та сучасних (хроматографічних) методів очищення.

Очищення фактора VIII методом іонообмінної хроматографії. Наявність великої кількості нецільових білків ускладнює процес очищення, тому при одержанні FVIII із загальної суміші проводять їх попереднє видалення. Серед відомих методів використовують осадження, екстракцію, преципітацію тощо [4, 5]. Іонообмінна хроматографія є основним методом при одержанні комерційних препаратів FVIII [4, 10, 16].

Зазвичай, для отримання високоочищених препаратів FVIII може бути використаний будь-який катіоніт, що має сульфопропіл- чи карбгидроксиметил-групи. Серед них широко використовуються: SP-Sepharose® Fast Flow і CM-Sepharose® Fast Flow (Pharmacia), Fractogel® EMD-SO3 і Fractogel® EMD COOH (Merck), Poros® 10 SP і Poros® 10S (PerSeptive Biosystems), Toyopearl™ SP 550 C і Toyopearl™ CM-650 (M) (TosoHaas). Для очищення комплексу FVIII/vWF особливо добре підходить пористий гель, що має хелатну структуру типу Fractogel® EMD-SO3 і Fractogel® EMD COOH (Merck) [16].

A. Fuare та співавтори [9] очищали FVIII з плазми крові донорів на аніоніті, що має гідрофобні властивості завдяки гексильним залишкам (AH-Sepharose).

T. Burnouf та співавтори [4] описують розроблену процедуру очищення FVIII з кріопреципітату методом іонообмінної хроматографії на DEAE-Fractogel TSK 650 M. Вихід кінцевого продукту становив до 55–65%, ступінь очищення 12000 раз. В іншій роботі ці ж автори для отримання очищеного FVIII використовували свіжу або свіжозаморожену плазму [5]. Перед очищенням на алюмінію гідроксиді проводили осадження хлоридом барію. Осад відокремлювали, а надосадову рідину з FVIII піддавали ультрафільтрації в присутності гепарину і вихідного буфера, що використовували для аніонообмінної хроматографії на DEAE-Fractogel або гель-фільтрації на сефадексі G25 з використанням цього ж буфера.

P. Harrison та співавтори описують очищення комплексу VIII:C/vWF методом хроматографії на декстран-сульфат-сефарозі [10]. Вихід FVIII був в межах 40 %. Описано також спосіб отримання FVIII, де зазначається, що матриці гелю вінілового полімеру, які містять DEAE групи з гідрофобними властивостями, мають особливу здатність адсорбувати великі білкові молекули та комплекси (FVIII, FVIII/vWF) [10]. У своїй роботі дослідники використовували Fractogel TSK-DEAE 650 (M) (Merck).

У роботі M. Grandgeorge та співавторів рекомендовано застосування в буфері для елюції гліцин та лізин, що дозволяє уникнути використання кальцій хлориду для стабілізації фактора. Як іоніт використовували DEAE-Sepharose Fast Flow [17].

M. Poulle та P. Bonneel описали метод очищення FVIII на іонообміннику Fractogel® TSK-DEAE 650 (DEAE-Toyopearl®, Tosoh Bioscience). Елюцію проводили селективно, за рахунок збільшення іонної сили буфера. Проте, такий метод, поряд з очищенням FVIII, не дає можливості отримати очищений vWF, який відіграє важливу роль в гемостазі [19].

Y. Linnau і W. Schoenhofer в ролі катіоніта застосовували смоли з карбоксильними чи сульфогідрильними-групами: S- чи DM-Sepharose (Amersham Pharmacia), Fractogel EMD-SO3– чи COO– (Merck, Darmstadt) або SP- чи CM-Toyopearl (Tosohaas). У якості вихідного матеріалу використовували плазму або її фракції (Кріопреципітат, фракцію I за Коном тощо) [18].

У роботі [1] автори повідомляють про два методи отримання FVIII. У першому випадку в технологічному процесі очищення використали поєднання гель-проникної (на сорбенті Sepharose 4FF) та іонообмінної (на DEAE-Toyopearl 650M), в іншому – тільки іонообмінної хроматографії. Відомо, що на стадії кріоосадження втрачається приблизно 30–40% активності FVIII, тому часто в процесі виробництва оминають цей етап.

E. S. Rodrigues та співавтори описали метод отримання FVIII у поєднанні аніонообмінної хроматографії (на матриці Q-Sepharose) і гель-фільтрації (Sepharose 4 Fast Flow чи Sepharose 6 Fast Flow) [21].

Окремі повідомлення стосуються очищення FVIII людини безпосередньо з плазми з використанням аніонообмінної хроматографії з наступною гель-фільтрацією [8]. У дослідженнях використовували три різні Q-сефарозні смоли: отримано 40% вихід активності FVIII з застосуванням Q-Sepharose XL, приблизно 80% на Q-Sepharose Fast Flow і 70% Q-Sepharose Big Beads. Разом з FVIII елюювались вітамін К-залежні фактори зсідання крові. Наступним етапом очищення була іонообмінна хроматографія на Sepharose 6FF, вихід FVIII складав 70% від вихідної активності.

Інші дослідники отримували препарат FVIII методом аніонообмінної хроматографії на Fractogel EMD TMAE з відновленням активності 86% [20].

Хроматографічне очищення FVIII є складним процесом через потенційний ризик активації в процесі очищення та нестабільність під дією протеаз плазми крові. Процес вибору хроматографічної матриці, що зможе забезпечити достатнє специфічне зв'язування фактора, є складним та вимагає постійного пошуку та дослідження.

Отримання фактора VIII методом афінної хроматографії. Однією з найбільш характерних властивостей білкових молекул є їх здатність зворотно зв'язувати інші речовини. Утворення специфічних дисоційованих комплексів біологічних макромолекул лежить в основі афінної хроматографії [5, 7, 11, 13, 23].

Впродовж кількох десятиліть застосування афінної хроматографії при очищенні білків плазми в промислових масштабах було дещо обмежене через використання лише наявних природних інгібіторів або субстратів, таких як гепарин, декстран-сульфат і желатин. Ці біоліганди приєднували до агарозних гелів, що відігравали роль матриць. Проте, у деяких випадках селективність цих лігандів (наприклад, гепарину або декстран-сульфату) є недостатньою через спорідненість зв'язування до низки різних білків [4]. Використання таких неспецифічних лігандів може вимагати застосування додаткових стадій очищення або розробки оптимальних умов елюції, щоб ізолювати білки-мішені, усуваючи білки-домішки. Так, у літературі є повідомлення використання цих лігандів, зокрема гепарину та декстран-сульфату, які виявляють афінність до комплексу FVIII/vWF і, отже, можуть бути пов'язані з матрицею для отримання хроматографічних матриць [10].

У роботі описано використання іншого афінного ліганду, диметиламінопропілкарбамоїлпентилу [23]. Проте подальші дослідження показали неможливість відновлення з такої плазми інших терапевтичних білків, що, безумовно, робить неприйнятним застосування такого методу хроматографії, оскільки, у першу чергу, з економічної точки зору, з одного пулу плазми повинні бути вилучені кілька терапевтичних продуктів.

Групою авторів запропоновано певного роду оптимізацію процесу отримання FVIII з плазми з афінним сорбентом диметиламінопропіл-карбамоїлпентил-сефарозою CL-4B (матриця C₃-C₅). Спочатку застосовується хроматографія плазми на аніоніті DEAE-сефадексі A-50, щоб відокремити ряд білків, у тому числі факторів протромбінового комплексу (II, IX і X) від FVIII. Згодом незв'язана частина іонообмінника, що містить FVIII, піддається афінній хроматографії з цим же сорбентом [13]. Вихід фактора становив 50–65%.

Описано очищення FVIII і/або його фрагментів, отриманих з вихідних різних джерел, шляхом використання моноліту на основі методів псевдоафінності. Зокрема, L-гістидин іммобілізований на CIM-моноліті використовується для очищення FVIII з плазми, кріопреципиту чи рекомбінантного зразка. Для очищення плазмового чи рекомбінантного FVIII використовується іммобілізована метал-іонна афінна хроматографія [21].

Досягнення в галузі культур клітин гібридом та отримання моноклональних антитіл відкрило новий метод імуноафінності [12]. Хоча антитіла, які застосовуються як ліганди в афінній хроматографії, мають велику стійкість до діапазонів низьких значень рН, проте вони здатні утворювати агрегати, що зумовлює використання додаткової стадії хроматографії для їх видалення, тим самим збільшуючи вартість їх виробництва [2]. Вони також схильні до деградації протеазами чи бактеріями, що присутні в клітинних культурах або в біологічних рідинах. З тієї ж причини імуноафінна система не витримує суворі умови процедури очищення, необхідні для «санітарної» обробки і повного видалення міцно зв'язаних білків. Імуноафінні ліганди мають обмежену кількість хроматографічних циклів (у середньому від 10 до 20) та є

найдорожчими у порівнянні з іншими. Тим не менше, ліганди-антитіла, які розпізнають конкретні FVIII або епітопи vWF, широко використовуються для отримання високоочищених препаратів [22]. Імуноафінні процедури очищення FVIII сприяють вірусній безпеці, але не вважаються настільки надійними, як процеси видалення та інактивації, оскільки видалення вірусів за допомогою хроматографії важко передбачити і контролювати. Недоліком цього методу є також використання мишачих антитіл, які можуть вилугуватись і, отже, повинні бути усунені шляхом наступної стадії адсорбційної хроматографії.

Наступним кроком у галузі афінних лігандів було створення нових синтетичних і біосинтетичних лігандів і матриць [11]. Афінні ліганди змінювались від ферментативних субстратів, коферментів, гормонів, лектинів, кофакторів, антитіл, нуклеїнових кислот, ефекторів та інгібіторів різних пептидів до поліпептидів, пептидних фрагментів, а також інших синтетичних структур. Так, однією групою авторів запропоновано використовувати в ролі афінних лігандів синтетичні пептиди, а саме: Trp-His-Tyr-Tyr-His-Gly (WHYYHG), His-Ile-Gln-His-Tyr-His (HIQHYN) і His-Gln-Tyr-Gly-Tyr-His (HQYGYH) [7]. Інша група дослідників використовувала пептидний ліганд TN8.2 (дисульфід-зв'язуючий пептид з 27 а.к.з. ~ 2800 Da), що іммобілізували до Sepharose. Така матриця проявляла стабільність при регенерації та забезпечувала високий вихід продукту [7].

Більшість із зареєстрованих препаратів FVIII розроблені для лікування гемофілії А, і, відповідно, мають низький вміст vWF. Молекула vWF захищає FVIII від протеолітичної дегратації, продовжуючи період його піврозпаду (півжиття FVIII у комплексі становить 10–12 год, а в дисоційованому стані – до 2,5 год). У роботі [3] наведено результати створення нового класу препаратів FVIII (BIVV001), як унікального білка, що складається з домену D'D3 vWF, приєднаного до рекомбінантного FVIII (rFVIII) через Fc домен імуноглобуліну G1 та 2-ох поліпептидів XTEN. BIVV001 – це перший препарат rFVIII з можливістю істотно зміни парадигми лікування важкої гемофілії А, забезпечуючи оптимальний захист від усіх типів кровотечі, з меншими періодами введення [3].

Сучасні дослідження спрямовані на стандартизацію хроматографічного процесу з точки зору селективності, специфічності, можливості багаторазового використання, зменшення собівартості, простоти регенерації сорбенту. Це досягається шляхом створення нових підходів у виборі лігандів та матриць.

Висновки

Технологія отримання препаратів FVIII передбачає поєднання класичних та хроматографічних методів, що суттєво підвищує якісні та кількісні характеристики готового продукту. Традиційні методи виробництва FVIII включали стадії осадження, які були спрямовані на усунення білкових домішок. Використання хроматографічних методів дозволило отримати препарати FVIII високого рівня чистоти та питомої активності.

1. Сравнение двух альтернативных методов хроматографической очистки при получении препарата VIII фактора свертывания плазмы крови человека в дозировке 500 единиц/флакон / А. В. Ямкин и др. *Сибирский медицинский журнал (Томск)*. 2011. № 2–2, (26). С. 49–55.
2. Aldington S., Bonnerjea J. Scale-Up of monoclonal antibody purification processes. *J. Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2007. 848 (1). P. 64–78. doi: 10.1016/j.jchromb.2006.11.032.
3. BIVV001, a new class of factor VIII replacement for hemophilia A that is independent of von Willebrand factor in primates and mice / Chhabra E. S., Liu T., Kulman J., S. Patarroyo-White, B. Yang, Q. Lu et al. *Blood*. 2020. 135. (17). P.1484–1496.
4. Burnouf T., Burnouf-Radosevich M., Huart J. J., Goudemand M. A highly purified factor VIII:C concentrate pre-pared from cryoprecipitate by ion-exchange chromatography. *Vox Sang*. 1991. Vol. 60. (S1). P. 8–15. 3–15. doi:10.1111/j.1423-0410.1991.tb00864.x
5. Burnouf T. New developments in the production of plasma derivatives. [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1751-2824](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1751-2824). 2016., London. 20.
6. Development and validation of an affinity chromatography step using a peptide ligand for cGMP production of factor VIII / B. D. Kelley, M. Tannatt, R. Magnusson, S. Hagelberg, J. Booth. *Biotechnol Bioeng*. 2004. 5. 87(3). P. 400–412. doi:10.1002/bit.20124.

7. Development of a peptidomimetic ligand for efficient isolation and purification of factor VIII via affinity chromatography / S. Knor, A. V. Khrenov, B. Laufer, E. L. Saenko, C. A. Hauser, H. Kessler. *J. Med. Chem.* 2007. 50. (18). P. 4329–4339. doi:10.1021/jm070304x.
8. Federici A. B. Highly purified VWF/FVIII concentrates in the treatment and prophylaxis of the von Willebrand disease: the PRO.WILL Study. *Haemophilia*. 2007. 13 (5). P.15–24. doi:10.1111/j.1365-2516.2007.01573.x.
9. Fuare A., Caron M., Tepenier D. Improved buffer for the chromatographic separation of Factor VIII coagulant. *Journal of Chromatography*. 1983. 257. P. 387–391. doi:10.1016/S0021-9673(01)88196-6.
10. Harrison P., Saundry R. H., Savidge G. F. Chromatography of the VIII/vWF complex on dextran sulphate sepharose. *Thromb Res*. 1988. 50. P. 295–304. doi: 10.1016/0049-3848(88)90230-7.
11. Labrou N. E. Design and selection of ligands for affinity chromatography. *J. Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2003. 25. 790 (1–2). P. 67–78. doi:10.1016/s1570-0232(03)00098-9.
12. Lack of recombinant factor VIII B-domain induces phospholipid vesicle aggregation: implications for the immunogenicity of factor VIII / K. Grushin, J. Miller, D. Dalm, E. T. Parker, J. E. Healey, P. Lollar, S. Stoilova-McPhie. *Haemophilia*. 2014. 20 (5). P. 723–731. doi:10.1111/hae.12421.
13. Large-scale purification of factor VIII by affinity chromatography: optimization of process parameters / P. W. M. Te Booy, A. Faber, E. De Jonge, E. P. Wolterink, W. Riethorst, T. Beugeling, A. B. J. Over, B. W.Köng. *J Chromatogr*. 1990. 9. 503 (1). P. 103–114. doi: 10.1016/S0021-9673(01)81494-1.
14. Mazurkiewicz-Pisarek A., Płucienniczak G., Ciach T., Płucienniczak A. The factor VIII protein and its function. *Acta Biologica polonica*. 2016. 63 (1). P. 11–16. doi: 10.18388/abp.2015_1056.
15. Morfini M., Coppola A., Franchini M., Di Minno G. Clinical use of factor VIII and factor IX concentrates. *Blood Transfus*. 2013. 11 (S.4). P. 55–63. doi: 10.2450/2013.011s.
16. Pat. US 20050239171 A1. Method for purifying factor VIII/vWF-complex by means of cation exchange chromatography // Mitterer A., Fischer B., Schonberger O., Thomas-Urban K., Dorner F., Eibl J. - Appl. 10/789,562 ; Fild 27.02.2004; Publ 27.10.2005.
17. Pat. US 5371195 A Method for purifying factor VIII and preparations obtained // Grandgeorge M., Lutsch C. Pasteur Merieux. – Appl. 07/948,395; Fild 23.09.1992; Publ 06.12.1994.
18. Pat. US 6605222 B1 Method for producing a factor VIII/von Willebrand factor complex / Linnau Y., Schoenhofer W. Baxter Aktiengesellschaft. – Appl. 09/623,245; Fild 25.02.1999; Publ 12.08.2003.
19. Pat. WO2009030866, C07K 1/ 18(2006.01), C07K 14/55(2006.01) Method for purifying the factor VIII and the von Willebrand factor / Poulle M., Bonneel P. LFB-Biotechnologies [FR/FR] – Appl. WO/2009/030866; Fild 28.08.2008; Publ 12.03.2009.
20. Progress in large-scale purification of factor VIII/von Willebrandfactor concentrates using ion-exchange chromatography / F. Mori, I. Nardini, P. Rossi, C. Nardini, C. Farina. *Vox Sang*. 2008. 95. P. 298–307. doi:10.1111/j.1423-0410.2008.01096.x
21. Purification of coagulation factor VIII by immobilized metal affinity chromatography / E. S. Rodrigues, C. L. Verinaud, D. S. Oliveira, I. Raw, A. P. Lopes, E. A. Martins, E. Cheng. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2014. 62 (3). P. 343–348. doi: 10.1002/bab.1276.
22. Rotblat F., O'Brien D. P., O'Brien F. J. Purification of human factor VIII:C and its characterization by Western blotting using monoclonal antibodies. *Biochemistry*. 1985. 24. P. 4294–4300. doi: 10.1021/bi00337a007.
23. Te Booy M. P., Riethorst W., Faber A. Affinity purification of plasma proteins: characterization of six affinity matrices and their application for the isolation of human factor VIII. *Thromb Haemost*. 1989. 61. P. 234–237.

References

1. Sravnenie dvuh alternativnykh metodov hromatograficheskoy ochistki pri poluchenii prepaarta VIII faktora svertivaniya plazmyi krovi cheloveka v dozirovke 500 edinits/flakon / A. V. Yamkin, O. V. Stronin, L. N. Nikitina, N. A. Simenova, A. A. Epanchentseva. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Tomsk)*. 2011. № 2–2, (26). S. 49–55. [in Russian]
2. Aldington S., Bonnerjea J. Scale-Up of monoclonal antibody purification processes. *J. Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2007. 848 (1). P. 64–78. doi: 10.1016/j.jchromb.2006.11.032.
3. BIVV001, a new class of factor VIII replacement for hemophilia A that is independent of von Willebrand factor in primates and mice / Chhabra E. S., Liu T., Kulman J., S. Patarroyo-White, B. Yang, Q. Lu et al. *Blood*. 2020. 135. (17). P.1484–1496.
4. Burnouf T., Burnouf-Radosevich M., Huart J. J., Goudemand M. A highly purified factor VIII:C concentrate pre-prepared from cryoprecipitate by ion-exchange chromatography. *Vox Sang*. 1991. Vol. 60. (S1). P. 8–15. 3–15. doi:10.1111/j.1423-0410.1991.tb00864.x

5. Burnouf T. New developments in the production of plasma derivatives. [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1751-2824](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1751-2824). 2016., London. 20.
6. Development and validation of an affinity chromatography step using a peptide ligand for cGMP production of factor VIII / B. D. Kelley, M. Tannatt, R. Magnusson, S. Hagelberg, J. Booth. *Biotechnol Bioeng*. 2004. 5. 87(3). P. 400–412. doi:10.1002/bit.20124.
7. Development of a peptidomimetic ligand for efficient isolation and purification of factor VIII via affinity chromatography / S. Knor, A. V. Khrenov, B. Laufer, E. L. Saenko, C. A. Hauser, H. Kessler. *J. Med. Chem*. 2007. 50. (18). P. 4329–4339. doi:10.1021/jm070304x.
8. Federici A. B. Highly purified VWF/FVIII concentrates in the treatment and prophylaxis of the von Willebrand disease: the PRO.WILL Study. *Haemophilia*. 2007. 13 (5). P.15–24. doi:10.1111/j.1365-2516.2007.01573.x.
9. Fuare A., Caron M., Tepenier D. Improved buffer for the chromatographic separation of Factor VIII coagulant. *Journal of Chromatography*. 1983. 257. P. 387–391. doi:10.1016/S0021-9673(01)88196-6.
10. Harrison P., Saundry R. H., Savidge G. F. Chromatography of the VIII/vWF complex on dextran sulphate sepharose. *Thromb Res*. 1988. 50. P. 295–304. doi: 10.1016/0049-3848(88)90230-7.
11. Labrou N. E. Design and selection of ligands for affinity chromatography. *J. Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 2003. 25. 790 (1–2). P. 67–78. doi:10.1016/s1570-0232(03)00098-9.
12. Lack of recombinant factor VIII B-domain induces phospholipid vesicle aggregation: implications for the immunogenicity of factor VIII / K. Grushin, J. Miller, D. Dalm, E. T. Parker, J. E. Healey, P. Lollar, S. Stoilova-McPhie. *Haemophilia*. 2014. 20 (5). P. 723–731. doi:10.1111/hae.12421.
13. Large-scale purification of factor VIII by affinity chromatography: optimization of process parameters / P. W. M. Te Booy, A. Faber, E. De Jonge, E. P. Wolterink, W. Riethorst, T. Beugeling, A. B. J. Over, B. W. Köng. *J Chromatogr*. 1990. 9. 503 (1). P. 103–114. doi: 10.1016/S0021-9673(01)81494-1.
14. Mazurkiewicz-Pisarek A., Płucienniczak G., Ciach T., Płucienniczak A. The factor VIII protein and its function. *Acta Biologica polonica*. 2016. 63 (1). P. 11–16. doi: 10.18388/abp.2015_1056.
15. Morfini M., Coppola A., Franchini M., Di Minno G. Clinical use of factor VIII and factor IX concentrates. *Blood Transfus*. 2013. 11 (S.4). P. 55–63. doi: 10.2450/2013.011s.
16. Pat. US 20050239171 A1. Method for purifying factor VIII/vWF-complex by means of cation exchange chromatography // Mitterer A., Fischer B., Schonberger O., Thomas-Urban K., Dorner F., Eibl J. - Appl. 10/789,562 ; Fild 27.02.2004; Publ 27.10.2005.
17. Pat. US 5371195 A Method for purifying factor VIII and preparations obtained // Grandgeorge M., Lutsch C. Pasteur Merieux. – Appl. 07/948,395; Fild 23.09.1992; Publ 06.12.1994.
18. Pat. US 6605222 B1 Method for producing a factor VIII/von Willebrand factor complex / Linnau Y., Schoenhofer W. Baxter Aktiengesellschaft. – Appl. 09/623,245; Fild 25.02.1999; Publ 12.08.2003.
19. Pat. WO2009030866, C07K 1/ 18(2006.01), C07K 14/55(2006.01) Method for purifying the factor VIII and the von Willebrand factor / Poulle M., Bonneel P. LFB-Biotechnologies [FR/FR] – Appl. WO/2009/030866; Fild 28.08.2008; Publ 12.03.2009.
20. Progress in large-scale purification of factor VIII/von Willebrandfactor concentrates using ion-exchange chromatography / F. Mori, I. Nardini, P. Rossi, C. Nardini, C. Farina. *Vox Sang*. 2008. 95. P. 298–307. doi:10.1111/j.1423-0410.2008.01096.x
21. Purification of coagulation factor VIII by immobilized metal affinity chromatography / E. S. Rodrigues, C. L. Verinaud, D. S. Oliveira, I. Raw, A. P. Lopes, E. A. Martins, E. Cheng. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2014. 62 (3). P. 343–348. doi: 10.1002/bab.1276.
22. Rotblat F., O'Brien D. P., O'Brien F. J. Purification of human factor VIII:C and its characterization by Western blotting using monoclonal antibodies. *Biochemistry*. 1985. 24. P. 4294–4300. doi: 10.1021/bi00337a007.
23. Te Booy M. P., Riethorst W., Faber A. Affinity purification of plasma proteins: characterization of six affinity matrices and their application for the isolation of human factor VIII. *Thromb Haemost*. 1989. 61. P. 234–237.

N. O. Shurko, V. L. Novak

SI «Institute of Blood Pathology and Transfusion Medicine NAMS of Ukraine», Lviv, Ukraine

METHODOLOGICAL APPROACHES TO FACTOR VIII COAGULATION

The article deals with basic methods used by modern technology to obtain coagulation factor VIII (FVIII).

The blood plasma fractionation remains the only biotechnological approach to make life-saving protein therapy to treat human diseases. The biological medicines from human plasma play a vital role in the treatment of patients with different diseases. These products include a range of coagulation

factors (FVIII, FIX, the prothrombin complex, Von Willebrand factor, fibrinogen etc.), immunoglobulins, protease inhibitors, anticoagulants and albumin.

Four plasma proteins are commercially important for production: albumin, IgG, factor VIII, and factor IX. VIII is a coagulation factor in the blood, which is missing or defective in patients with Hemophilia A. Replacement therapy with FVIII concentrates constitutes the basis for hemophilia care.

Cryoprecipitate was described in the mid 60's of the XX century as a first concentrate of antihemophilic FVIII. The main indications for the clinical use of cryoprecipitate were hypofibrinogenemia or disfibrinogenemia. Previously, cryoprecipitate was used for treatment of hemophilia A and von Willebrand's disease.

Traditional FVIII production methods included deposition steps, which were aimed at elimination of protein impurities such as fibrinogen, fibronectin and immunoglobulins. These technologies could use the combination of methods at low temperatures or the addition of protein precipitating substances (PEG, polyvinylpyrrolidone, dextran, ficol, percol etc.). Using chromatographic methods in FVIII production technology allowed receiving high purity and specific activity concentrate of FVIII. Ion exchange chromatography techniques are often used in order to isolate coagulation FVIII. These techniques include methods of affinity chromatography as well as the use of monoclonal antibodies to bind of FVIII.

Nowadays, production of plasma concentrate of FVIII is used in combination with different chromatographic techniques.

Key words: coagulation, plasma, factor VIII (FVIII), separation.

Надійшла 13.05.2020.

ІСТОРІЯ НАУКИ. ПЕРСОНАЛІЇ

УДК 016: [57/58+378.4(477.84)](092) Стойко

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.15

М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. Максима Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: barna@chem-bio.com.ua

НАУКОВИЙ ВНЕСОК ПРОФЕСОРА СТЕПАНА МИХАЙЛОВИЧА СТОЙКА В ПРИРОДООХОРОННУ СПРАВУ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПІ (ДО 100- РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)



Професор Степан Михайлович Стойко

Карпатська гірська система дала українській нації не одну визначну постать в галузі науки, культури й релігії. До плеяди визначних діячів науки передусім належить відомий учений з європейським визнанням, доктор біологічних наук, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, дійсний член Української Екологічної Академії Наук, дійсний член Української Лісівничої Академії Наук, Почесний член Українського ботанічного товариства, дійсний член Наукового товариства ім. Шевченка, доктор гоноріс кауза агрокультурних і лісових наук Зволєнського технічного університету, лауреат Європейської премії ім. Петера Йозефа Ленне за заслуги в галузі охорони природи, професор Степан Михайлович Стойко.

Степан Михайлович Стойко народився 14 березня 1920 року в гірському селі Кричова Тячівського району на Закарпатті в сім'ї священника. Цьогоріч Степан Михайлович в колі родини, учнів та колег відзначив свій 100-річний ювілей.

У 1938 р. Степан Михайлович Стойко закінчив у Хусті класичну гімназію і був призначений на посаду вчителя в гірському селі Новоселиця. Уже в гімназії чеський професор Антонін Шірмер прищепив йому любов до природи, яка супроводжує його все життя. Після закінчення Другої світової війни у 1945 р. С. М. Стойко призначений референтом відділу соціального забезпечення в Народній Раді Закарпатської України в Ужгороді, звідки одержує скерування на навчання до Львова. Протягом 1945–1949 рр. С. М. Стойко навчався на лісгосподарському факультеті Львівського сільськогосподарського інституту, а після його закінчення був скерований на роботу до Ужгородського лісгоспу, де два роки працював інженером лісового господарства та лісничим [4].

У 1951 р. на Закарпаття в наукову експедицію приїхав академік АН УРСР П. С. Погребняк і Степану Михайловичу Стойку було доручено супроводжувати його заповідними місцями. Зустріч із відомим ученим стала для С. М. Стойка у науковому плані доленосною. Академік П. С. Погребняк запропонував йому вступити до аспірантури в Інститут лісу АН УРСР. Степан Михайлович Стойко цим запрошенням скористався. Три роки навчання в аспірантурі у відомого українського вченого геоботаніка, лісівника академіка Петра Степановича Погребняка та копітка щоденна робота щодо збору матеріалу за темою кандидатської дисертації увінчалися успіхом. У 1954 р. в Інституті ботаніки АН УРСР С. М. Стойко захистив кандидатську дисертацію на тему «Діброви Закарпаття і шляхи підвищення їх продуктивності» [3].

Степан Михайлович Стойко працював на посаді доцента кафедри ботаніки та дендрології Львівського лісотехнічного інституту (нині Національний лісотехнічний інститут України – 1955–1964), на посаді професора у Львівському національному університеті імені Івана Франка (1975–1990), старшим науковим співробітником, завідувачем відділу охорони природних екосистем Інституту екології Карпат НАН України. Підготував трьох докторів і 15 кандидатів наук. Брав участь у ботанічних наукових експедиціях в Альпах, Карпатах, у Криму, на Уралі.

Працюючи доцентом кафедри ботаніки та дендрології Львівського лісотехнічного інституту, він успішно продовжував досліджувати еволюцію, філогенію, видовий склад та продуктивність дубових лісів не лише Закарпаття, а й усієї Карпатської системи, що вимагало закордонних відряджень в Чехію, Словаччину, Угорщину та Румунію. За результатами 15-річних досліджень у 1969 р. на засіданні Об'єднаної вченої ради з біологічних наук АН УРСР Степан Михайлович Стойко захистив дисертацію на тему «Дубові ліси Карпатської гірської системи» на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 094 «Ботаніка».

Головну увагу в своїх дослідженнях С. М. Стойко спрямовував на такі наукові напрями: лісова геоботаніка, екологія, фітосозологія, фітогеографія, охорона природи, історія науки та ін. У цих галузях науки опублікував понад 600 наукових праць, у т. ч. 18 наукових монографій, 6 навчальних посібників, 11 науково-популярних книг, понад 80 наукових праць у зарубіжних виданнях.

Основними науковим монографіями та навчальними посібниками дослідника є такі: «Заповідники та пам'ятки природи Українських Карпат» (1966), «Охорона природи» (1977), «Охорона природи Українських Карпат і прилеглих територій» (1980), «Флора і рослинність

Карпатського заповідника» (1982), «В. И. Вернадский. Жизнь и деятельность на Украине» (перше видання – 1984, друге – 1988), «Заповідні екосистеми Карпат» (1991), «The East Carpathians biosphere» (1999), «Система охорони природи у верхів'ях басейну Дністра» (2004), «Ужанський національний природний парк. Поліфункціональне значення» (2007), «Дубові ліси Карпат. Екологічні особливості, відтворення, охорона» (2009), «Сторіччя створення пралісових резерватів в Українських Карпатах» (2013) та ін.

У монографічних працях дослідник розвивав нові наукові напрями: охорона біосфери (геосозологія), охорона рослинного світу (фітосозологія), класифікація рослинних угруповань тощо. Окрім наукової діяльності, професор С. М. Стойко займався викладацькою діяльністю. Він відомий як чудовий лектор навчальних дисциплін: ботаніки, охорони природи, фітogeографії, з яких написав ряд навчальних посібників, зокрема, посібник для вчителів – «Охорона природи» (1977), навчальні посібники для вищих навчальних закладів – «Основи соціоекології», «Охрана природы и природных ресурсов», «Заповідна справа в Україні». С. М. Стойко брав активну участь у створенні національних природних парків: Карпатського, Шацького, Східні Besкиди, Яворівського, Карпатського біосферного резервату, міжнародного Польсько-Словацько-Українського резервату «Східні Карпати».

У своїх працях професор С. М. Стойко аналізує якісно нові екологічні умови для рослинного і тваринного світу, наводить дані про те, що від ХУІ ст. на Землі зникло 486 видів безхребетних і хребетних тварин і 604 види судинних рослин. У Європі під загрозою зникнення є 568 видів рослин і 820 видів безхребетних і хребетних тварин. Причиною такого стану є не лише антропогенний вплив людини на біосферу, а й незворотне потепління клімату, екологічні наслідки якого проявляються на всіх субсистемах біосфери. На думку вченого, для оптимізації взаємовідносин суспільства і природи є гостра необхідність формування спеціальної природоохоронної галузі наукових знань – геосозології, завданням якої є розробка наукових засад збереження екологічного балансу біосфери під час використання її ресурсів, гармонізація взаємовідносин техногенного суспільства з природою.

У геосозології як інтегральній науковій дисципліні, залежно від об'єктів охорони, С. М. Стойко виокремив структурні її підрозділи – фітосозологію (грец. *phytón* – рослина, *sózo* – охороняю, оберігаю і *lógos* – учення, наука, знання; лат. трансліт. *phytosozológia*) – наука про охорону рослинного світу; зоосозологію (грец. *zōon* – тварина, *sózo* – охороняю, оберігаю і *lógos* – вчення, наука, знання; лат. трансліт. *zōosozológia*) – наука про охорону тваринного світу; педосозологія (грец. *páís*. род. відм. *paidós* – дитина, *sózo* – охороняю, оберігаю і *lógos* – вчення, наука, знання; лат. трансліт. *paidósozológia*) – *педосфера*, охорона ґрунтів, заходи збереження їх родючості, рекультивация девастованих та еродованих ґрунтів та ін. Фітосозологія розвивається у двох напрямках – охорона окремих видів рослин (аутофітосозологія) та охорона рослинних угруповань (синфітосозологія).

Степан Михайлович багато уваги приділяв роботі в комісіях з охорони природи та був членом у редколегіях українських та зарубіжних періодичних видань.

На запрошення зарубіжних вищих навчальних закладів професор С. М. Стойко читав лекції в університетах Відня, Ульма, Будапешта, Брно та ін. За наукові праці та співробітництво в галузі охорони природи із зарубіжними установами нагороджений Міністерством охорони середовища і водних ресурсів Польщі золотою медаллю (1991), Фундацією імені Й. В. Гете золотою медаллю імені Петера Й. Ленне (1995). Має й інші державні та зарубіжні нагороди.

ПУБЛІКАЦІЇ ПРО ПРОФЕСОРА С. М. СТОЙКА

1. Академік К. М. Ситник. Стойко С. М. – учень академіка Петра Степановича Погребняка. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*. Львів : ТОВ «Простір М», 2017. С. 31–32.
2. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії: навч. посіб. 4-те вид., доп. і змін. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2015. 360 с. : іл. С. 322–323. Світлина і стаття. Стойко Степан Михайлович.

3. Барна М. М. Моя наукова співпраця з вчителем. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*. Львів, 2017. С. 74–77.
4. Барна М. М., Барна Л. С. Видатні вчені–ботаніки: навч. посіб. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2013. 192 с. : іл. С. 114–116. Світлина і стаття. Стойко Степан Михайлович.
5. Барна М. М., Барна Л. С. Відомий український геосозолог (до 90-річчя від дня народження професора С. М. Стойка). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія. Біологія*. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка. 2010. № 1 (42). С. 143–171.
6. Барна М. М., Барна Л. С. Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія. Біологія*. Тернопіль. ТНПУ ім. В. Гнатюка. 2018. № 1 (72). С. 123–133.
7. Барна М. М., Барна Л. С. Становлення і розвиток ботаніки на Тернопільщині (XIX – початок XXI ст.): монографія. Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2015. 240 с.: іл. С. 19, 21, 22. Вагомий внесок у розвиток української ботанічної науки зробили відомі вчені в галузі лісівництва, лісознавства, дендрології, геосозології, зокрема: професор С. М. Стойко – відомий український вчений лісівник, геоботанік, геосозолог, працює в галузі лісової геоботаніки, екології рослин, фітогеографії, охорони природи, історії науки. Автор понад 600 наукових праць.
8. Голубець М. А., Малиновський К. А., Ященко П. Т. Науковий внесок Степана Михайловича Стойка в природо-охоронну справу на Україні. *Український ботанічний журнал*. Київ. 1991. Т 48, № 2. С. 105–108.
9. Делеган І. В., Криницький Г. Т. Степан Михайлович Стойко: Віхи життєвого та наукового шляху (до 95-річчя від дня народження). *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*. Львів : ТОВ «Простір М», 2017. С. 12–21.
10. Дубина Дмитро. Роздуми зі Степаном Михайловичем Стойком про збереження природної спадщини та життєві проблеми. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів: ТзОВ «Простір М», 2017. С. 33–39.
11. Микола Барна. Curriculum vitae / Укладачі Л. С. Барна, Н. В. Герц. Автор передмови академік НАН України К. М. Ситник. Тернопіль : Підручники і посібники, 2008. 288 с.: іл. С. 27. Передусім пригадуються викладачі, котрі дійсно «сіяли розумне, добре, вічне», зокрема: Степан Михайлович Стойко, котрому зобов'язаний своїми науковими досягненнями, ... С. 28. Перші ботанічні дослідження я розпочав у студентському науковому гуртку на кафедрі ботаніки та дендрології під керівництвом кандидата біологічних наук, доцента Степана Михайловича Стойка. С. 30, 31. Досліджуючи рослини угруповання тису ягідного (*Taxus baccata* L.), нам разом з доцентом Степаном Михайловичем Стойком пощастило виявити на кам'янистих скелях місцезростання ялівцю козачого (*Juniperus sabina* L.), про що С. М. Стойко в Українському ботанічному журналі. Київ. 1960. Т. XVII, № 3 С. 72–78 опублікував статтю. «Цікаве місцезростання нового для Українських Карпат виду – ялівцю козачого (*Juniperus sabina* L.): «Нам разом зі студентами Львівського лісотехнічного інституту В. Дзюбою та М. Барною пощастило виявити на вапнякових скелях урочища Білий Камінь Угольського лісництва на Закарпатті досі неописане місцезростання ялівцю козачого (*Juniperus sabina* L.) ...».
12. Професор Семен Кукурудза. Мій науковий і моральний авторитет – професор Степан Михайлович Стойко. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів : ТзОВ «Простір М», 2017. С. 62–66.
13. Професор Ярослав Кравчук. Професор Степан Стойко та кафедра геоморфології і палеогеографії Львівського національного університету імені Івана Франка. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів : ТзОВ «Простір М», 2017. С. 57–61.
14. Служинська Зиновія. Мої приємні зустрічі з професором С. М. Стойком. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів : ТзОВ «Простір М», 2017. С. 22–24.
15. Туниця Ю. Ю. Славний син Срібної землі. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів : ТзОВ «Простір М», 2017. С. 25–30.

16. Чорнобай Юрій. Професор Стойко Степан Михайлович як працівник Львівського природознавчого музею. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів, ТзОВ «Простір М», 2017. С. 45–47.
17. Яценко П. Т. Дослідження природних екосистем на Західному Поліссі зі Степаном Михайловичем Стойком. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів : ТзОВ «Простір М», 2017. С. 40–44.
18. Denisiuk Z. 50 lat pracy naukowej profesora Stefana Stojki. *Roczniki Beieczadzkie*. 2000. № 9. S. 13–18.
19. Kazda M. Meine Begegnungen mit Herrn Professor Stefan Stojko. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів, ТзОВ «Простір М», 2017. С. 87–89.
20. Simon T., Wolczanzki E. A 95. éves Cz. M. Sztojko professor köszöntjük barati szeretettel. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів, ТзОВ «Простір М», 2017. С. 90–93.
21. Voloscuk I., Midriak R. Spomienki na spolupracu s Dr.h.c., prof. S. M. Stojkom DrSc. *Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка*; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів, ТзОВ «Простір М», 2017. С. 82–86.

Отже, професор С. М. Стойко – засновник геосозології – науки про охорону природи, вніс вагомий внесок в її дослідження в Україні та Європі і нині сповнений наукових планів та задумів, підготував і здав до друку нову монографічну працю «Національні парки Лемківщини: природні умови й етнокультурна спадщина». Творче довголіття, гострий розум та працездатність Степана Михайловича викликають захоплення і повагу його друзів, колег, учнів та наукової спільноти.

1. Бондаренко В. Д., Стойко С. М., Туниця Ю. Ю. и др. Охрана природы и природных ресурсов. Львов : Вища школа, 1985. 138 с.
2. Воїнственський М. А., Стойко С. М. Охорона природи. Посібник для вчителів. Київ : Радянська школа, 1977. 189 с.
3. Основоположник геосозології – науки про охорону біосфери. Роздуми друзів, колег, учнів з нагоди 95-річчя професора С. М. Стойка; уклад. та заг. ред. О. О. Кагала. Львів, ТзОВ «Простір М», 2017. 114 с.
4. Стойко С. М. Вчення про біосферу – наукова основа її охорони. *Український ботанічний журнал*. Київ. 2009. Т. 66, № 3. С. 293–307.
5. Стойко С. М. Життєвий шлях і бібліографія. Львів : Меркатор. 2010. 160 с.
6. Стойко С. М. Історичний та етнокультурний нарис закарпатського села Кричова. Львів, 2014. 148 с.
7. Стойко С. М. Нова галузь науки – охорона біосфери та її завдання в Україні. *Вісник АН УРСР*. 1973. № 7. С. 83–91.
8. Стойко С. М. Основи фітосозології та її завдання у збереженні фітогенфонду й фітоценофонду. *Український ботанічний журнал*. Київ. 2011. № 3. С. 331–351.
9. Стойко С. М., Барна М. М. Порівняльно-екологічні дослідження бука європейського на Поділлі, Розточчі і в Карпатах. *Матеріали до вивчення природних ресурсів Поділля*. Тернопіль–Кременець, 1963. С. 120–123.

References

1. Bondarenko V. D., Stojko S. M., Tunicja Ju. Ju. i dr. Ochrana prirody i prirodnyh resursov. L'vov : Vishha shkola, 1985. 138 s. [in Russian]
2. Voinstvenskyi M. A., Stoiko S. M. Okhorona pryrody. Posibnyk dlia vchyteliv. Kyiv : Radianska shkola, 1977. 189 s. [in Ukrainian]
3. Osnovopolozhnyk heosozolohii – nauky pro okhoronu biosfery. Rozdumy druziv, koleh, uchniv z nahody 95–richchia profesora S. M. Stoika; uklad. ta zah. red. O. O. Kahala. Lviv, TzOV «Prostir M», 2017. 114 s. [in Ukrainian]
4. Stoiko S. M. Vchennia pro biosferu – naukova osnova yii okhorony. Ukrainskyi botanichni zhurnal. Kyiv. 2009. T. 66, № 3. S. 293–307. [in Ukrainian]

5. Stoiko S. M. Zhyttievyi shliakh i bibliohrafiia. Lviv : Merkator. 2010. 160 s. [in Ukrainian]
6. Stoiko S. M. Istorychnyi ta etnokulturnyi narys zakarpatskoho sela Krychova. Lviv, 2014. 148 s. [in Ukrainian]
7. Stoiko S. M. Nova haluz nauky – okhorona biosfery ta yii zavdannya v Ukraini. Visnyk AN URSR. 1973. № 7. S. 83–91. [in Ukrainian]
8. Stoiko S. M. Osnovy fitosozolohii ta yii zavdannya u zberezheni fitohenofondu y fitotsenofondu. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal. Kyiv. 2011. № 3. S. 331–351. [in Ukrainian]
9. Stoiko S. M., Barna M. M. Porivnialno–ekolohichni doslidzhennia buka yevropeiskoho na Podilli, Rozchochchi i v Karpatakh. Materialy do vyvchennia pryrodnykh resursiv Podillia. Ternopil–Kremenets, 1963. S. 120–123. [in Ukrainian]

M. M. Barna, L. S. Barna

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

PROFESSOR STEPAN MYKHAILOVYCH STOIKO'S SCIENTIFIC CONTRIBUTION TO THE ENVIRONMENT PROTECTION IN UKRAINE AND EUROPE (ON THE OCCASION OF CENTENARY OF HIS BIRTH)

Belonging to the pleiad of eminent scientists, professor Stepan Mykhailovych Stoiko was a famous scholar with European-level reputation, a doctor of biological sciences, an honoured worker of science and technology of Ukraine, a laureate of state prize of Ukraine in science and technology, a full member of the Ukrainian Academy of Ecological Sciences, a full member of the Forest Academy of Sciences of Ukraine, an Honorary Member of the Ukrainian Botanical Society, a full member of the Shevchenko Scientific Society, Dr. Honoris Causa of Agricultural and Forestry Sciences at the Technical University in Zvolen, a Laureate of the European Peter Josef Lenne Prize for services in the field of nature protection.

The article analyzes the life's journey and key milestones in the scientific activity of the scientist, his scientific contribution, and presents the list of biographical works.

Key words: botanic science, geosozology, phytosociology, plant protection, nature protection, biosphere.

Надійшла 06.05.2020.

УДК 581.9 (092) Шеляг-Сосонко

doi: 10.25128/2078-2357.20.1-2.16

М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. Максима Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: barna@chem-bio.com.ua

**ПАМ'ЯТІ АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ ЮРІЯ РОМАНОВИЧА
ШЕЛЯГА-СОСОНКА (10.01.1933 – 14.12.2019)**



Доля – це не випадок, це вибір.

Доля – це не те, чого потрібно чекати.

Доля – це те, чого потрібно досягти.

Вільям Дженінгс Браян

14 грудня 2019 року на 87 році життя помер видатний український вчений геоботанік, фітоценолог, флорист, фітогеограф, фітосозолог, еколог, громадський діяч, доктор біологічних наук, професор, академік НАН України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки та премії імені М. Г. Холодного НАН України, завідувач відділу геоботаніки Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України, відомий в Україні, Європі та й у світі вчений Юрій Романович Шеляг-Сосонко.

Народився Юрій Романович 10 січня 1933 року в м. Києві в родині службовця. Його ранні дитячі роки проминули серед природи Туркменистану, у невеликому містечку Байрам-Алі, куди родина переїхала в 1933 році у зв'язку з призначенням на викладацьку роботу Романа Петровича – батька Юрія Романовича. У Середній Азії він закінчив чотири класи, у 1945 р. сім'я повернулася в Україну. Юнацькі роки проходили у мальовничому Подільському краї в м. Заліщики Тернопільської області. У 1950 році закінчив середню школу і вступив на біологічний факультет Чернівецького університету імені Юрія Федьковича, який закінчив у 1956 р. Після завершення навчання він розпочинає свій трудовий шлях на посаді старшого лаборанта кафедри ботаніки, впорядковує гербарій, здійснює ряд експедицій під керівництвом відомого систематика і флориста професора І. В. Артемчука. На вибір напрямку робіт і формування наукових поглядів молодого дослідника суттєво вплинула відомий геоботанік-лісознавець Зоя Никандрівна Горохова. Разом з нею Юрій Романович опублікував кілька праць, присвячених лісовій рослинності Прикарпаття.

У 1959 р. Ю. Р. Шеляг-Сосонко вступає до аспірантури Інституту ботаніки АН УРСР. Його науковим керівником дисертації був видатний вчений-лісознавець професор О. В. Поварніцин; у 1964 році – захистив кандидатську дисертацію і обійняв посаду молодшого, старшого наукового співробітника, завідувача відділу геоботаніки Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України; у 1972 році – захистив докторську дисертацію на тему «Ліси формації дуба звичайного на території України та їх еволюція»; у 1979–1984 рр. – заступник директора Інституту ботаніки з наукової роботи; у 1983 р. – присвоєно звання професора, у 1976 – обраний членом-кореспондентом, а у 1990 р. – академіком АН України. В історії ботанічної науки є особистості, які своєю науковою діяльністю внесли вагомий вклад у її розвиток. Такою особистістю на межі другого і третього тисячоліття, безперечно, був видатний геоботанік сучасності академік Юрій Романович Шеляг-Сосонко.

Наукові інтереси дослідника були спрямовані на розробку питань типології, ценопопуляційної структури, ценогенезу та охорони неморальних лісів європейської частини СРСР. З ім'ям Юрія Романовича пов'язані глибокі дослідження основних проблем теорії геоботаніки і класифікації рослинності, районування, картографування, асоційованості видів, еволюції рослинного покриву. Ним розроблено теорію формування ценопопуляційної структури видів, а також класифікації видових та популяційних фітоценотипів. Він висунув й обґрунтував ідею фітоценогенетичної класифікації рослинності, заклав основи еволюційно-ценотичного вивчення формацій рослинності. Під керівництвом Юрія Романовича видано першу в світі «Зелену книгу України», ідеї якої співзвучні прийнятій пізніше Конвенції про біорізноманіття. Він уперше запропонував метод парадигмального аналізу геоботанічних знань.

Результати глибоких геоботанічних і фітоценологічних досліджень узагальнені в монографіях, зокрема: «Ліси формації дуба звичайного на території України та їх еволюція» (1974), «Методологія геоботаніки», «Зеленая книга Украинской ССР» (1987), «Червона книга України. Рослинний світ» / редкол. Ю. Р. Шеляг-Сосонко (відп. ред.) (1996) та ін. Ю. Р. Шеляг-Сосонко – автор понад 500 наукових праць, у т. ч. 34 монографії; підготував 8 докторів і 37 кандидатів наук, а створена ним наукова геоботанічна школа визнана світовою науковою громадськістю.

Alma mater, її чудові викладачі, науковий керівник кандидатської дисертації професор О. В. Поварніцин стали визначальними у становленні майбутнього академіка – фітобіолога.

У свій час англійський письменник Джонатан Свіфт писав: «Людину можна розпізнати за оточенням, у якому вона обертається». Оточення, у якому народився, виховувався, навчався і

ставав освіченою та інтелектуальною Людиною, академіком НАН України, було прекрасним, а шанованих колег, друзів і учнів у Юрія Романовича було багато.

Велика заслуга ученого полягала в організації спільних досліджень з охорони природи науковців трьох республік колишнього Радянського Союзу: України, Білорусії та Молдавії, наслідком яких стала колективна монографія «Охрана важнейших объектов Украины, Белоруссии и Молдавии» (1980), що отримала світове визнання.

Юрію Романовичу були притаманні позитивні людські риси: порядність, чесність, критичний підхід в аналізі наукових досягнень колег, співробітників, керівників наукових установ чи то в процесі обговорення результатів досліджень за темами кандидатських чи докторських дисертацій, чи за результатами річних наукових звітів, чи у процесі рецензування монографій, підручників, навчальних посібників тощо. Ось як він висловився спільно зі своїми колегами членами-кореспондентами НАН України Л. І. Мусатенко та І. О. Дудкою, коли у 2006 році обговорювалося питання про діяльність на посту Президента Українського ботанічного товариства директора Інституту ботаніки імені Г. М. Холодного НАН України академіка Костянтина Меркурійовича Ситника:

«Надзвичайно широке коло інтересів, феноменальна наукова інтуїція та проникливість, невичерпна енергія, безкомпромісна сміливість і принциповість, глибока ерудиція, лекторське мистецтво, педагогічний талант і хист керівника у поєднанні з аналітичним складом розуму, вродженим інтелектом, прекрасною пам'яттю, критичним і масштабним мисленням і вмінням бачити те, що не дано іншим, унікальний дар передбачення нових, перспективних напрямків розвитку науки, різнобічна та надзвичайно активна діяльність К. М. Ситника як керівника фітофізіологічних, екологічних, клітинно-інженерних і загальнобіологічних досліджень, атмосфера високої творчої напруги, вміння дискутувати й активно відстоювати свою позицію завжди приваблювала всіх, хто працював і спілкувався з ним, особливо молодь, яка намагалась і намагається слідувати багатьом проявам яскравої особистості, широкої і надзвичайно діяльної вдачі цього вимогливого вченого, привабливої, чуйної, щедрої душі людини».

Великих зусиль Юрій Романович приділяв громадській роботі. Він був членом редколегії Українського ботанічного журналу, видань «Екологія і ноосферологія», «Ґрунтознавство» та ін. Юрій Романович був членом ученої ради Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України та членом спеціалізованої вченої ради із захисту кандидатських і докторських дисертацій за спеціальністю «ботаніка»; брав активну участь у законодавчій діяльності, зокрема, у підготовці Законів України «Про рослинний світ», «Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України», «Про екологічну мережу України» та ін.

Вчені, викладачі та студенти Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка з великим смутком дізналися про смерть Юрія Романовича Шеляга-Сосонка. Це велика втрата для ботанічної науки України, Європи й світу. Проте, допоки в науці будуть такі вчені, яким був і назавжди залишиться академік Юрій Романович Шеляг-Сосонко і вдячні учні, які зберігатимуть у своїй пам'яті пошану і любов до своїх Учителів, – українська наука житиме в віках.

Пам'ять про академіка Юрія Романовича Шеляга-Сосонка – видатного вченого-геоботаніка, вченого серцем і розумом, громадського діяча, Людини з великої літери назавжди залишиться в серцях його рідних, друзів, колег і учнів.

M. M. Barna, L. S. Barna

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

IN MEMORY OF YURIY ROMANOVYCH SHELIYAH-SOSONKO, THE ACADEMICIAN OF THE NAS OF UKRAINE (10.01.1933 - 14.12.2019)

Yu. R. Sheliyah-Sosonko, an outstanding Ukrainian scientist in the field of geobotany, phytocenology, floristry, phytogeography, phytosozology, ecology, a public figure, academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, doctor of biological sciences, professor, honored worker of science and technology of Ukraine, laureate of the State Prize of Ukraine in the field of science and technology and the N.G. Kholodny Prize of the National Academy of Sciences of Ukraine, Head of

the Department of Geobotany of the N.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine passed away at the age of 87, on December 14, 2019.

The main areas of scientific research of Yu. R. Sheliah-Sosonko include the development of typology, the composition of cenopopulation, cenogenesis and protection of nemoral forests of the European part of the USSR. The name of Yuri Romanovych Sheliah-Sosonko is associated with the research into the theory of geobotany and classification of vegetation, zoning, mapping, species association, evolution of vegetation cover. He developed a theory of the formation of the cenopopulation structure of species, as well as the classification of species and phytocoenotypes. He put forward and grounded the idea of phytocenogenetic classification of vegetation, the foundations of the evolutionary-cenotic study of vegetation formations. Under the supervision of Yurii Romanovych, the world's first "Green Book of Ukraine" was compiled and published, laying the foundation for the Convention on Biodiversity. He was the first to suggest a method of paradigmatic analysis of geobotanical knowledge.

The results of thorough geobotanical and phytocenological studies are summarized in the monographs: "Common oak forests on the territory of Ukraine and their evolution" (1974), "Methodology of geobotany", "Green Book of the Ukrainian SSR" (1987), "Red Book of Ukraine. Plant world" / Yu. R. Sheliah-Sosonko (editor-in-chief) (1996) and others. He is the author of over 500 scientific works, including 34 monographs. He supervised 8 doctors and 37 candidates of biological sciences, and the scientific geobotanical school he founded is recognized by the world scientific community.

The scientists, teachers and students of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University express their condolences. This is a great loss for the whole botanical science of Ukraine, Europe and the world.

Finally, it should be mentioned that as long as there are such scientists as Academician Yurii Romanovych Sheliah-Sosonko and his grateful students, Ukrainian science will never cease to thrive.

The memory of Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine Yurii Romanovych Sheliah-Sosonko, an outstanding scientist-geobotanist, a public figure, a man of honour, will forever remain in the hearts of his relatives, friends, colleagues and students.

Key words: botany, geobotany, phytocenology, ecology, Institute of Botany, department of geobotany, Green Book of Ukraine, common oak formation.

Надійшла 22.04.2020.

Н. М. ДРОБИК, М. М. БАРНА, Л. С. БАРНА, В. З. КУРАНТ, А. І. ГЕРЦ

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: drobyk.n@gmail.com

ХІМІКО-БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА: ІСТОРІЯ, СЬОГОДЕННЯ, ПЕРСПЕКТИВИ (до 80-річчя заснування)

Наведено дані про 80-річну історію становлення і розвитку хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Показано основні етапи становлення, розвитку факультету, досягнення професорсько-викладацького складу у навчально-виховній та науково-дослідній роботі. Охарактеризовано структурні підрозділи факультету: кафедру ботаніки та зоології, загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, хімії та методики її навчання, навчальні та науково-дослідні лабораторії. Окреслено перспективи подальшого розвитку факультету.

Ключові слова: хіміко-біологічний факультет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, кафедри, навчальні та науково-дослідні лабораторії, історія, досягнення, перспективи.

Факультет заснований у 1940 р. у тодішньому Кременецькому учительському інституті і був названий природничо-географічним, після реорганізації в 1950 р. учительського інституту в педагогічний – природничим, а із здобуттям статусу університету в 1997 р. – хіміко-біологічним. Він є одним із факультетів університету, що вписали славні сторінки у становлення і розвиток вищої педагогічної освіти на Тернопіллі.

Першим деканом природничого факультету був Д. П. Чижов (1950–1954 рр.). Згодом факультет очолювали декани: С. Ф. Кутішевський (1954–1961 рр.; 1965–1966 рр.; 1967–1969 рр.), О. Д. Гончар (1961–1965 рр.), Л. Г. Кузьмович (1966–1967 рр.), Й. М. Свинко (1969–1973 рр.), С. Й. Грушко (1973–1990 рр.), М. М. Барна (1990–2006 рр.), В. З. Курант (2006–2013 рр.). З 9 вересня 2013 р. деканом факультету є доктор біологічних наук, професор Н. М. Дробик. Заступники декана: з навчальної роботи – к.б.н., доц. А.І. Герц, з наукової роботи – к.б.н., доц. В. О. Хоменчук, з виховної роботи – к.пед.н. Н. В. Москалюк; провідний фахівець деканату – І. М. Топорівська.

У складі природничо-географічного факультету функціонувала кафедра природознавства і географії, яку в 1950 р. було розділено на дві кафедри: ботаніки і зоології. У 1952 р. створено кафедру хімії. На той час на природничому факультеті було лише три кандидати наук, доценти. У 1958 р. у зв'язку з відкриттям нової спеціальності «Біологія і основи сільського господарства» виникла необхідність в організації нової кафедри основ сільського господарства, на яку було переведено частину викладачів кафедри ботаніки та запрошено О. Д. Ювженка, В. В. Аніщенко. Кафедру очолив к.с.-г.н., доц. М. В. Пономаренко [1]. Згодом ця кафедра була ліквідована, а викладачі переведені на кафедри ботаніки, зоології, хімії. У той час підготовка студентів здійснювалася за двома спеціальностями «Біологія і хімія» та «Біологія і основи сільського господарства» (денна та заочна форми навчання). Щорічний набір на факультет становив понад 100 осіб.

Природничий факультет Кременецького педагогічного інституту відзначався наявністю належної наукової і навчально-матеріальної бази, частково успадкованої від Кременецького ліцею, який мав один з кращих ботанічних садів Європи, що нараховував понад 12 тис. видів рослин, добре обладнану агробіостанцію, колекційний сад, квітники, оранжереї, парниково-

тепличне господарство [6]. Усе це дозволяло проводити на високому рівні як навчальну, так і науково-дослідну роботу викладачів і студентів. Результати цих робіт висвітлювалися на наукових, науково-методичних конференціях вузівського, регіонального та республіканського рівнів, з'їздах Всесоюзного і Українського ботанічного товариств, публікувалися у монографіях, наукових записках, матеріалах доповідей конференцій, з'їздів тощо.

Новою сторінкою навчальної та наукової діяльності факультету стало його перебудування у 1969 р. у складі педагогічного інституту до м. Тернопіль, що сприяло кількісному та якісному зростанню факультету. Поряд із цим природничий факультет (один із трьох факультетів Кременецького педагогічного інституту) на перших порах свого існування на новому місці дещо втратив порівняно з Кременецьким періодом. Передусім, це втрата належної навчально-матеріальної бази (агробіостанія, плодовий сад, оранжереї) та Кременецького ботанічного саду з його 160-річною історією, багатовіковими деревними рослинами, оранжереєю, рослинами закритого ґрунту тощо. Тому у місті Тернопіль довелося заново створювати агробиостанцію, оранжереї (нині агробиолабораторія при кафедрі загальної біології та методики навчання природничих дисциплін), гербарій, зоологічний музей, науково-дослідні лабораторії, біостаніонар, що вимагало певних коштів, зусиль і часу [6].

У зв'язку із впровадженням у шкільну практику інтегрованого курсу «Природознавство», поряд із традиційними спеціальностями «Біологія і хімія», «Хімія і біологія», «Біологія», протягом 1989–1996 рр. на факультеті здійснювалася підготовка фахівців за експериментальними спеціальностями «Біологія і природознавство» та «Хімія і природознавство» з присвоєнням випускникам кваліфікації спеціаліст – вчитель біології, природознавства та екології; спеціаліст – вчитель хімії, природознавства та екології [13]. У 1998 р. започатковано підготовку магістрів, першими з біології серед яких стали С. Р. Сімчук, Н. П. Слабичка, Т. А. Гуцало, Н. Я. Афтанашук, О. Ю. Блага, В. М. Ківежді, з хімії – Л. Б. Марушій, Л. П. Більчук [6].

Сьогодні на факультеті навчається понад 450 студентів денної та заочної форм навчання; здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти (ЗВО) за спеціальностями: на *першому (бакалаврському) рівні* – 014 Середня освіта (Біологія), 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 014 Середня освіта (Хімія), 014 Середня освіта (Природничі науки), 202 Захист і карантин рослин; на *другому (магістерському) рівні* – 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 014 Середня освіта (Хімія), 014 Середня освіта (Природничі науки), 091 Біологія, 102 Хімія.

Структурними навчально-науковими підрозділами факультету є кафедра ботаніки та зоології, кафедра загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, кафедра хімії та методики її навчання, лабораторія біології та екології «Голицький біостаніонар університету», агробиологічна лабораторія, «Навчальна лабораторія морфології та систематики рослин – гербарій», навчально-методичний кабінет «Зоологічний музей», лабораторія екобіотехнологій та основ здоров'я, лабораторія експериментальної біології [3, 10, 11, 14, 15]. У 2019 р. створено Ботанічний сад, у межах якого у цьому ж році започатковано Біблійний ботанічний сад. На факультеті навчальний процес забезпечують 29 викладачів, у тому числі 8 докторів наук, професорів, 21 кандидат наук, доцент, у тому числі 2 академіки АН ВШ України, 1 заслужений діяч науки і техніки України.

Навчально-польові практики, дослідження рідкісних видів рослин і тварин та їх угруповань проводяться у лабораторії біології та екології «Голицький біостаніонар університету» у с. Гутисько Бережанського району Тернопільської області; в агробиологічній лабораторії, зоологічному музеї, а також у гербарії. Навчально-методичний кабінет «Зоологічний музей» містить понад тисячу експонатів опудал тварин, птахів, вологі препарати хребетних і безхребетних та колекції комах, молосків, губок, кишковопорожнинних, гнізд і яєць птахів [3, 10, 15]. Вони використовуються для проведення лабораторних занять, занять в проблемних наукових гуртках, з учнями членами Малої академії наук, а також як база для виконання курсових і магістерських робіт студентами. Унікальним є гербарій кафедри ботаніки та зоології, що містить 30 тис. гербарних аркушів рослин Тернопілля, Поділля, Полісся, Придністров'я та Карпат, а також рідкісних рослин, занесених до «Червоної книги України».

Рослинний світ». Значний науковий інтерес становлять гербарії проф. Б. В. Заверухи, доц. В. О. Шиманської, ст. викладача С. В. Зелінки та інших [3, 14].

У сучасних комп'ютерних класах проводяться навчальні заняття з біологічних та хімічних дисциплін. У системі Moodle розроблено навчально-методичні комплекси, які містять усі необхідні елементи для ефективного вивчення усіх навчальних курсів. Факультет активно використовує створений університетом «Інформаційний портал» та вищезгадану платформу дистанційного навчання Moodle, а також має власний сайт та зареєстрований домен chem-bio.com.ua і тому компанією Google надано можливість безкоштовно користуватись сервісами Google Apps for Education, що значно розширює можливості дистанційного (e-learning) навчання на факультеті. Завдяки наявності цього сервісу на факультеті організовано електронний документообіг, що значно спрощує та підвищує ефективність роботи.

Ключовими осередками наукової роботи на факультеті є науково-дослідні лабораторії (НДЛ), де зосереджена основна частина наукових досліджень. На факультеті функціонує 7 НДЛ: цитоембріології (керівник проф. Барна М. М.), фізіології рослин та мікробіології (керівник проф. Пида С. В.), екологічної біохімії (керівник проф. Курант В. З), порівняльної біохімії і молекулярної біології (керівник проф. Столяр О. Б.), екології та біотехнології (керівник проф. Дробик Н. М.), екотоксикології та біоіндикації (керівник проф. Грубінко В. В.), хімії ненасичених сполук (керівник доц. Барановський В. С.), а також Науково-методичний центр природничої освіти та науки (керівник проф. Степанюк А. В.) [11].

На кафедрах факультету функціонує аспірантура зі спеціальностей 091 Біологія та 102 Хімія. Наукове керівництво виконанням кандидатських та докторських дисертацій здійснюють професори В.В. Грубінко, О.Б. Столяр, Н.М. Дробик, М.М. Барна, В.З. Курант, А.В. Степанюк, С.В. Пида.

Професорсько-викладацький склад працював і продовжує плідно працювати над розробкою теоретичних і прикладних аспектів науково-дослідної тематики з біології та хімії [6–9, 11, 13]. Результати наукових досліджень опубліковані в монографіях, словниках, довідниках та захищені авторськими свідоцтвами на винаходи і патентами. Не менш вагомий внесок викладачів факультету у розробку навчально-методичних проблем, підсумком якої є підготовка навчальних програм, підручників і посібників, термінологічних словників, довідників, методичних рекомендацій тощо для студентів біологічних та хімічних спеціальностей університетів та учнів загальноосвітніх шкіл [2, 4, 5]. Науковим визнанням діяльності НДЛ і факультету в цілому є виконання держбюджетних тем, що фінансуються МОН України (у різні періоди діяльності факультету їх було від 2 до 5); залучення працівників факультету до виконання спільних проєктів, у тому числі міжнародних (лабораторія порівняльної біохімії і молекулярної біології); проєктів з установами НАН України, іншими закладами вищої освіти (лабораторії екотоксикології та біоіндикації, хімії ненасичених сполук, порівняльної біохімії і молекулярної біології, екології та біотехнології); з установами НАПН України – Науково-методичний центр природничої освіти та науки; залучення працівників факультету до написання колективних монографій, у тому числі міжнародних; участь у спільних науково-практичних розробках та патентування отриманих результатів; участь в організації та проведенні міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій, з'їздів, симпозіумів; опублікування результатів дослідження у виданнях, що входять до наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science, Copernicus, Google Scholar тощо) [3, 10, 11, 15].

Обличчя факультету визначає високий рівень фахових періодичних видань «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія» та «Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Хімія», у яких публікують результати досліджень не лише науковці факультету, а й класичних, педагогічних, медичних, аграрних університетів, академій та інститутів НАН України та НААН України тощо [1, 11].

Студенти факультету стають переможцями і призерами Всеукраїнських студентських олімпіад з біології та хімії, виборюють іменні стипендії та міжнародні гранти. На конкурсній основі Соросівські гранти вибороли колишні студенти, а нині кандидати наук, доценти Марія

Шанайда, Віталій Барановський (двічі) – нині завідувач кафедри хімії та методики її навчання, Григорій Загречук та Андрій Герц – нині заступник декана хіміко-біологічного факультету, а серед викладачів – професори М. М. Барна, В. В. Грубінко, Л. М. Романишина, Н. М. Дробик.

Факультет створює усі можливості для успішного продовження навчання в аспірантурі, а відтак – у докторантурі як на базі ТНПУ імені Володимира Гнатюка, так і в інших навчальних та наукових закладах. Серед випускників факультету більше 30 докторів наук, професорів, понад 100 кандидатів наук, доцентів, які працюють у вищих навчальних закладах та наукових установах України; випускниками є 26 викладачів, 5 завідувачів лабораторіями та 5 лаборантів нинішнього складу хіміко-біологічного факультету.

Приємно відзначити наших випускників, які стали кандидатами і докторами наук, доцентами та професорами і сьогодні є працівниками факультету та університету: Г.І. Фальфушинська – д.б.н., доц., проректор з наукової роботи та міжнародного співробітництва, В.В. Грубінко – д.б.н., проф., завідувач кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін; В.З. Курант – д.б.н., проф. кафедри хімії та методики її навчання; С.В. Пида – д.с.-г.н., проф., завідувач кафедри ботаніки та зоології; А.В. Степанюк – д.пед.н., проф. кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін; Н.М. Дробик – д.б.н., проф., декан хіміко-біологічного факультету; О.І. Боднар – д.б.н., доц. кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін, В.С. Барановський – к.х.н., доц., завідувач кафедри хімії та методики її навчання; Л. С. Барна, Г. Я. Жирська, Н. Й. Міщук – к.п.н., доц. кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін; О. С. Волошин, А.І. Герц, Г.Б. Гуменюк – к.б.н., доц. кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін; І.Б. Чень – к.б.н., викл. кафедри загальної біології та методики навчання природничих дисциплін; О.Б. Конончук, Л. О. Шевчик, Н.В. Герц, О.Б. Мацюк – к.б.н., доц. кафедри ботаніки та зоології; М.А. Крижановська – к.с.-г.н., доц. кафедри ботаніки та зоології; Н.В. Москалюк – к.пед.н., викл. кафедри ботаніки та зоології; Г.М. Голіней – к.с.-г.н., викл. кафедри ботаніки та зоології; О.Ю. Майорова, М.З. Прокоп'як (Мосула) – к.б.н., асист. кафедри ботаніки та зоології; В.О. Хоменчук – к.б.н., доц. кафедри хімії та методики її навчання; Г.М. Тулайдан, Р.В. Симчак – к.х.н., доц. кафедри кафедри хімії та методики її навчання; В.А. Поліщук – д.пед.н., проф., завідувач кафедри соціальної педагогіки і соціальної роботи; О.І. Янкович – завідувач кафедри педагогіки і методики початкової освіти; О.М. Кікінежді – д.психол.н., проф., завідувач кафедри психології; Н.С. Олексюк – д.пед.н., проф. кафедри соціальної педагогіки та соціальної роботи; І.І. Парфанович – д.пед.н., доц. кафедри соціальної педагогіки та соціальної роботи; С.М. Калаур – д.пед.н., доц. кафедри соціальної педагогіки та соціальної роботи; Т.В. Гладюк – к.пед.н., доц. кафедри педагогіки і методики початкової освіти; Г.Б. Чайковська – к.б.н., доц., заступник декана факультету педагогіки і психології, Г. П. Шмигер – к.б.н., доц., доцент кафедри інформатики і методики її викладання та ін. [2, 6, 11, 13].

За період свого існування на факультеті підготовлено понад 10 тис. висококваліфікованих вчителів біології та хімії, серед яких є чимало директорів шкіл, відмінників народної освіти, вчителів-методистів. Лише у Тернопільській області в системі народної освіти працювали і нині працюють: І.І. Герц – директор обласного еколого-натуралістичного центру, заслужений працівник освіти України; директори шкіл: М.А. Миколенко – Товстолюзька ЗОШ І-ІІІ ст. Тернопільського р-ну; Р.П. Заброцький – ЗОШ І-ІІІ ст. № 18 м. Тернополя; Г.М. Нірода – ЗОШ І-ІІІ ст. № 26 м. Тернополя; Ю.І. Дідик – Бережанська ЗОШ І-ІІІ ст. № 1; В.М. Бернат – Мельнице-Подільська ЗОШ І-ІІІ ст. Борщівського р-ну; В.В. Махніцький – Вигодська ЗОШ І-ІІІ ст. Борщівського р-ну; Н.А. Ткачук – Костільницька ЗОШ І-ІІ ст. Бучацького р-ну; С.В. Стиранка – Вікнянська ЗОШ І-ІІ ст. Гусятинського р-ну; А.А. Островський – Вишнівецька ЗОШ І-ІІІ ст. Збарзького р-ну; С.В. Слівчук – Гніздиченська ЗОШ І-ІІІ ст. Збарзького р-ну; В.В. Жеребецький – Зборівська державна українська гімназія; М.Б. Герасименко – Кременецька ЗОШ І-ІІІ ст. № 1; В.Ю. Тарасюк – Кременецька ЗОШ І-ІІІ ст. № 4; В.М. Кирилюк – Струсівська школа-інтернат Теребовлянського р-ну; М.В. Каськів – Чортківська гімназія; К.В. Липка – Шумська ЗОШ І-ІІІ ст. № 1; А.М. Мамчук – Вишгородська ЗОШ І-ІІІ ст. Лановецького р-ну та багато інших;

відмінники народної освіти: П.П. Скальчук – вчитель біології Заліщицької ЗОШ І-ІІІ ст.; Г. М. Вітушинська – вчитель біології Мишковицької ЗОШ І-ІІІ ст. Тернопільського району, М.Я. Чекан – вчитель біології Зборівської ЗОШ І-ІІІ ст. № 1, Л.М. Судомир – вчитель біології Тернопільської спеціалізованої школи І-ІІІ ст. № 3 з поглибленим вивченням іноземних мов, В.С. Мультав – заступник директора Тернопільської школи ЗОШ І-ІІІ ст. № 16, О.В. Зарічна – заступник директора Тернопільської школи ЗОШ І-ІІІ ст. № 24, І.М. Дем'ячук – заступник директора Тернопільської школи ЗОШ І-ІІІ ст. № 26, Г.З. Бригідир заступник директора Тернопільської школи ЗОШ І-ІІІ ст. № 11 та ін. Випускники працюють також у біологічних та хімічних лабораторіях установ різного профілю [2, 6, 11, 13].

Гордістю факультету є його випускники, які внесли вагомий вклад у розвиток вищої освіти і науки, зокрема: Б. В. Заверуха – д.б.н., проф., колишній віце-президент Українського ботанічного товариства та колишній завідувач Ботанічним музеєм Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України; М.Т. Брик – д.х.н., проф., колишній проректор з наукової роботи Національного університету «Києво-Могилянська академія»; А.С. Дробочкий – к.пед.н., проф., колишній проректор із заочної форми навчання Тернопільського державного педагогічного університету; К.С. Волков – д.б.н., проф., колишній директор навчально-наукового Інституту морфології, завідувач кафедри гістології та ембріології Тернопільського державного медичного університету ім. І.Я. Горбачевського; Б.М. Данилишин – д.е.н., проф., акад. НАН України, Міністр економіки Кабінету міністрів України (2007–2009 рр.), Л.О. Тасенкевич – д.б.н., с.н.с. Державного природознавчого музею НАН України (м. Львів), А.Ф. Бурбан – д.т.н., проф., завідувач кафедри хімії Національного університету «Києво-Могилянська академія», В.М. Черняк – д.б.н., проф., завідувач кафедри змісту і методик навчальних предметів Тернопільського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти; П.Г. Лихацький – д.б.н., проф., декан медичного факультету Тернопільського національного медичного університету імені І.Я. Горбачевського (ТНМУ); С.О. Ястремська – д.пед.н., доц., директор Навчально-наукового інституту медсестринства ТНМУ, З.М. Небесна – д.б.н., проф., директор Навчально-наукового інституту морфології ТНМУ; Г.Я. Загричук – к.х.н., доц., завідувач кафедри загальної хімії ТНМУ; В.Я. Брич – доктор економічних наук, проф., директор Навчально-наукового інституту інноваційних освітніх технологій Тернопільського національного економічного університету; Г.А. Білецька – д.п.н., проф. кафедри екології та біологічної освіти Хмельницького національного університету; Н.В. Мшанецька і С.Й. Феник – к.б.н., доц. (Велика Британія) та інші. Знаними випускниками є: М.А. Миколенко – український політик, голова Тернопільської обласної ради (2006–2009 рр.), начальник управління освіти і науки Тернопільської облдержадміністрації (1992–1994 рр., 2005–2006 рр.); І.І. Герц – директор Тернопільського обласного еколого-натуралістичного центру учнівської молоді, заслужений працівник освіти України; Ольга Маслівець – чемпіонка України з вінсерфінгу, срібний призер Всесвітніх вітрильних ігор, переможець і призер міжнародних регат, учасник Олімпійських ігор 2004 р. (Сідней, Австралія); Віктор Живчик – архімандрит Лаврентій – священнослужитель Свято-Михайлівського Золотоверхого собору та ін. Серед випускників факультету Сергій Трапезун – учасник Революції гідності, був поранений 20 лютого 2014 р.; реабілітаційний курс пройшов в одній із клінік Ізраїлю [11, 13].

Значну увагу на факультеті приділено співпраці із загальноосвітніми школами, гімназіями, ліцеями, а також із позашкільними закладами освіти. Кращі вчителі міста і області під керівництвом викладачів факультету залучаються до науково-дослідної роботи. Викладачі беруть участь у підготовці і проведенні наукових та науково-методичних конференцій, семінарів, курсів учителів, шкільних предметних олімпіад, конкурсів-захистів науково-дослідних робіт учнів-членів Тернопільського обласного комунального територіального відділення МАН України. Тісні багаторічні зв'язки існували між колективом факультету та викладачами і учнями Славутського спеціалізованого ліцею-інтернату, Хмельницького ліцею. Підписано угоди про співпрацю із Кременецьким лісотехнічним коледжем, Борщівським агротехнічним коледжем, Приватним вищим навчальним закладом «Медичний коледж», загальноосвітніми школами І–ІІІ ступенів № 6, №16, №24, №26 м. Тернополя, навчально-виховним комплексом «Великобірківська загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів – гімназія

ім. Степана Балея» та Мишковицькою загальноосвітньою школою I-III ступенів Тернопільської районної ради, загальноосвітніми школами I-III ступенів, опорним закладом Теребовлянською загальноосвітньою школою I-III ступенів школами м. Збаража, смт. Козови та ін., а також з Тернопільським обласним комунальним територіальним відділенням МАН України і Тернопільським обласним еколого-натуралістичним центром учнівської молоді [2, 6, 11, 13]. Студенти разом з учнями загальноосвітніх шкіл брали участь у здійсненні українсько-американського експерименту «Рослини космосу», який проводився на базі Тернопільського обласного еколого-натуралістичного центру [12].

Факультет підтримує зв'язки з вищими навчальними закладами і науковими установами, зокрема: Київським національним університетом імені Тараса Шевченка, Чернівецьким національним університетом імені Юрія Федьковича, Львівським національним університетом імені Івана Франка, Житомирським державним університетом імені Івана Франка, Чернігівським національним педагогічним університетом імені Т.Г. Шевченка, Інститутом ботаніки ім. М.Г. Холодного НАНУ, Інститутом молекулярної біології та генетики НАНУ, Інститутом гідробіології НАНУ, Інститутом фізіології рослин і генетики НАНУ, Інститутом клітинної біології та генетичної інженерії НАНУ, Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного, Інститутом екології Карпат НАН України, Державним природознавчим музеєм НАНУ, Карпатським біосферним заповідником, природним заповідником «Медобори», Карпатським національним природним парком тощо.

Важливим аспектом діяльності факультету є профорієнтаційна робота, для організації якої на факультеті застосовується комплексний, системний, різнобічний підхід. Серед профорієнтаційних заходів: виступи на телебаченні, радіо, публікації про факультет; налагодження ефективної співпраці зі школами, ліцеями, коледжами, позашкільними навчальними закладами; участь у «Наукових пікніках», проведення науково-методичних семінарів в університеті із залученням вчителів біології і хімії та участь в організації та проведенні науково-методичних семінарів у базових школах; проведення Днів відкритих дверей факультету; організація літніх шкіл з біології та хімії для учнів на базі лабораторії біології та екології «Голицький біостаніонар університету»; розроблення сайтів, що репрезентують факультет; створення та активне використання з метою профорієнтації сторінок у соціальних мережах «Facebook» та «Instagram» тощо [11].

Студентство факультету славиться своїми досягненнями не лише в навчальній та науковій роботі, а й у художній самодіяльності та спорті. Традиційними на факультеті стали такі заходи: «День факультету», «Тиждень кафедри», «Посвята у студенти», «День відкритих дверей», «Гостини у ТНПУ», «День першокурсника», «Свято осені», «День довкілля» тощо. Факультетська команда КВК завойовувала і завойовує симпатії серед студентів і викладачів факультету та університету.

Вагомий внесок у становлення факультету внесли колишні ректори університету (інституту): доц. М.Л. Бригінець, проф. О.Ф. Явоненко, доц. І.М. Бутницький, доц. Ю.В. Іващенко, акад. НАПН України, проф. В.П. Кравець [2, 6, 11, 13]. Постійну допомогу для подальшого утвердження, зміцнення і розвитку факультету надає ректорат університету. За безпосереднього сприяння ректора університету проф. Б.Б. Буяка розпочато осучаснення теплиці, що функціонує при факультеті, створено лабораторію експериментальної біології та прикладено максимум зусиль для її оснащення новітніми приладами та обладнанням; створено Ботанічний сад ТНПУ та у його межах започатковано Біблійний ботанічний сад.

Значний вклад у становлення факультету внесли професори О.Ф. Явоненко, Й.М. Свинко, М.М. Барна, Б.Д. Грищук, В.І. Кваша, Л.М. Романишина, І.В. Шуст, Т.К. Зеленчук, К.М. Векірчик, Б.В. Яковенко, М.О. Жеребцов, доценти і викладачі М.Л. Бригінець, І.М. Бутницький, А.С. Дробочський, С.Й. Грушко, В.О. Яковлев, С.І. Галантюк, А.В. Царенко, К.О. Багнюк, З.Ф. Волотовська, В.С. Зеленський, К.А. Татаринів, К.І. Орчук, І.В. Марисова, В.С. Талпош, Б.Р. Пилявський, В.М. Тарєєв, Л.Г. Кузьмович, В.С. Талпош, Г.Ш. Батирова, З.Я. Крайнер, Н.М. Сташко, О.Д. Черетянко, Л.М. Кравченко, В.О. Шиманська, І.М. Костиник, Б.К. Гуняді, П.Д. Незнаєв, І.В. Мороз, Т.Б. Трофим'як, С.М. Марчишин, А.Д. Синільник, І.П. Тербуха, Я.С. Жмінка, О.А. Шиманська, Ф.К. Рєвва, М.П. Дяченко,

З.Я. Крайнер, Л.Б. Цветкова, Т.С. Куратова, А.Г. Ахметшин, П.М. Горбовий, М.І. Янчук, В.П. Бодров, С.В. Крутовський, Г.А. Стасюк, В.К. Никон, М.А. Панчук, М.Л. Кузьмович, Б.П. Воляник, Р.М. Шандрук, П.С. Кушнірик, С.В. Зелінка, Н.Д. Шанайда, Г.Ю. Іванченко, А.С. Грицюк, Т.І. Гладь, Б.І. Харченко, Я.Г. Грицюк, Ю.М. Антонюк, М.М. Мороз, Т.Л. Юхновська, методист заочної форми навчання М.М. Свинко та ін. [2, 6, 11, 13].

Одним із найважливіших стратегічних завдань факультету є забезпечення якості підготовки фахівців, які могли б бути конкурентоспроможними на вітчизняному та світовому ринках праці, здатними до ефективної роботи зі спеціальності, готовими до постійного професійного саморозвитку і самовдосконалення, формування власної кар'єри, відповідальними за результати своєї професійної діяльності, володіти соціальною та професійною мобільністю. У зв'язку з цим, першочерговими завданнями колективу є: формування відповідного освітнього середовища, використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та інноваційних методик навчання, студентоцентричного підходу в підготовці фахівців; подальше підвищення фахової майстерності професорсько-викладацького складу шляхом підготовки нових монографій, написання підручників, посібників, термінологічних словників; підготовки і захисту кандидатських і докторських дисертацій; участі в наукових проєктах та стажуваннях, у тому числі міжнародних; створення на базі науково-дослідних лабораторій – Інституту біології тощо.

Отже, період становлення та розвитку хіміко-біологічного факультету у складі Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка протягом 80 років його функціонування – це яскрава сторінка розвитку вищої біологічної освіти не лише в університеті, а й в Україні. Випускники факультету постійно поповнювали і поповнюють колективи закладів освіти, вищих навчальних закладів та науково-дослідних установ України. Викладачі – вихідці факультету – органічно влилися в колектив університету і сформували міцний осередок професорсько-викладацького складу, а студенти гідно продовжують славні традиції творчого наукового пошуку та копіткої навчальної роботи і тим самим примножують славу історію своєї «Alma mater».

1. Барна М. М., Барна Л. С. Науковий фаховий журнал: становлення та значення для розвитку біологічної науки. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2007. № 1 (31). С. 3–10.
2. Барна М. М., Курант В. З., Барна Л. С., Грубінко В. В., Грицюк Б. Д., Кваша В. І., Степанюк А. В. Нариси історії хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (1940–2010) / за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Підручники і посібники, 2010. 312 с.
3. Барна М. М., Пида С. В., Барна Л. С. Кафедра ботаніки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: навчальні та наукові досягнення (до 75-річчя заснування). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2015. № 1 (62). С. 5–23.
4. Барна М. М., Похила Л. С., Грицюк Б. Д., Грубінко В. В., Кваша В. І., Курант В. З., Степанюк А. В. Бібліографія наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка 2003–2012 рр. / за ред. М. М. Барни. Тернопіль : «Терно-граф», 2013. 556 с.
5. Барна М. М., Похила Л. С., Грубінко В. В., Грицюк Б. Д., Кваша В. І., Олійних А. М., Степанюк А. В. Бібліографія наукових і науково-методичних праць викладачів хіміко-біологічного факультету Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка 1962–2002 рр. / за ред. М. М. Барни. Тернопіль : Видавничий відділ ТДПУ, 2002. 182 с.
6. Барна М. М., Похила Л. С. Хіміко-біологічний факультет: минуле, сьогодення, майбутнє. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2000. № 1 (8). С. 63–71.
7. Бригінець М. Л., Забоклицький І. Я. Кременецькому педінституту – 25 років. Доповіді звітної наукової конференції кафедр інституту. Кременець, 1965. С. 3–21.
8. Векірчик К. М., Барна М. М., Бутницький І. М., Шиманська В. О. Розвиток ботанічної науки на Тернопіллі. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 1998. № 2. С. 101–106.

9. Векірчик К. М., Шиманська В. О. Ботанічна наука і підготовка національних кадрів на природничому факультеті Тернопільського державного педінституту. *Українська еліта: минуле, сучасне, майбутнє*: матеріали міжрегіон. наук. конф. Тернопіль, 1996. С. 114–120.
10. Грубінко В. В. Розвиток наукових досліджень на кафедрі загальної біології та методики навчання природничих дисциплін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2015. № 1 (62). С. 180–192.
11. Дробик Н. М., Барна М. М., Барна Л. С., Курант В. З., Герц А. І. Хіміко-біологічний факультет Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: становлення, досягнення та перспективи розвитку (до 75-річчя заснування). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2015. № 1 (62). С. 165–175.
12. Кордюм Є. Л., Чепмен Д. К. Рослини в космосі. К. : Академперіодика, 2007. 216 с.
13. Курант В. З., Барна М. М., Барна Л. С. Хіміко-біологічний факультет: становлення та перспективи розвитку (до 40-річчя факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2009. № 1–2 (39). С. 198–210.
14. Москалюк Н. В. Навчальна лабораторія морфології та систематики рослин – гербарій: створення та використання у процесі підготовки фахівців з біології. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2015. № 1 (62). С. 34–39.
15. Подобівський С. С., Шевчик Л. О. Кафедра зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: історія становлення (до 75-річчя заснування). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2015. № 1 (62). С. 175–179.

References

1. Barna M. M., Barna L. S. Naukovyy fakhovyy zhurnal: stanovlennya ta znachennya dlya rozvytku biolohichnoyi nauky. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biolohiya*. Ternopil', 2007. № 1 (31). S. 3–10. [in Ukrainian]
2. Barna M. M., Kurant V. Z., Barna L. S., Hrubinko V. V., Hryshchuk B. D., Kvasha V. I., Stepanyuk A. V. Narysy istoriyi khimiko-biolohichnoho fakul'tetu Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka (1940–2010) / za red. M. M. Barny. Ternopil' : Pidruchnyky i posibnyky, 2010. 312 s. [in Ukrainian]
3. Barna M. M., Pyda S. V., Barna L. S. Kafedra botaniky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka: navchal'ni ta naukovi dosyahnennya (do 75-rihchya zasnuvannya). *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biolohiya. Ternopil'*, 2015. № 1 (62). S. 5–23. [in Ukrainian]
4. Barna M. M., Pokhyla L. S., Hryshchuk B. D., Hrubinko V. V., Kvasha V. I., Kurant V. Z., Stepanyuk A. V. Bibliohrafiya naukovykh i naukovo-metodychnykh prats' vykladachiv khimiko-biolohichnoho fakul'tetu Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka 2003–2012 rr. / za red. M. M. Barny. Ternopil' : «Terno-hraf», 2013. 556 s. [in Ukrainian]
5. Barna M. M., Pokhyla L. S., Hrubinko V. V., Hryshchuk B. D., Kvasha V. I., Oliynykh A. M., Stepanyuk A. V. Bibliohrafiya naukovykh i naukovo-metodychnykh prats' vykladachiv khimiko-biolohichnoho fakul'tetu Ternopil's'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka 1962–2002 rr. / za red. M. M. Barny. Ternopil' : Vydavnychyy viddil TDP, 2002. 182 s. [in Ukrainian]
6. Barna M. M., Pokhyla L. S. Khimiko-biolohichnyy fakul'tet: mynule, s'ohodennya, maybutnye. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biolohiya. Ternopil'*, 2000. № 1 (8). S. 63–71. [in Ukrainian]
7. Bryhinets' M. L., Zabokryts'kyi I. Ya. Kremenets'komu pedinstytutu – 25 rokiv. Dopovidi zvitno-naukovoyi konferentsiyi kafedr instytutu. Kremenets', 1965. S. 3–21. [in Ukrainian]
8. Vekirchik K. M., Barna M. M., Butnyts'kyi I. M., Shymans'ka V. O. Rozvytok botanichnoyi nauky na Ternopilli. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biolohiya. Ternopil'*, 1998. №2. S. 101–106. [in Ukrainian]
9. Vekirchik K. M., Shymans'ka V. O. Botanichna nauka i pidhotovka natsional'nykh kadriv na pryrodnychomu fakul'teti Ternopil's'koho derzhavnoho pedinstytutu. *Ukrayins'ka elita: mynule, suchasne, maybutnye* : materialy mizhrehion. nauk. konf. Ternopil', 1996. S. 114–120. [in Ukrainian]
10. Hrubinko V. V. Rozvytok naukovykh doslidzhen' na kafedri zahal'noyi biolohiyi ta metodyky navchannya pryrodnychyykh dystsyplin. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biolohiya. Ternopil'*, 2015. № 1 (62). S. 180–192. [in Ukrainian]

11. Drobyk N. M., Barna M. M., Barna L. S., Kurant V. Z., Herts A. I. Khimiko-biologichnyy fakul'tet Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka: stanovlennya, dosyahnennya ta perspektyvy rozvytku (do 75-richchya zasnuvannya). *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biologiya. Ternopil'*, 2015. № 1 (62). S. 165–175. [in Ukrainian]
12. Kordyum Ye. L., Chepmen D. K. Roslyny v kosmosi. Kyiv : Akadempriodyka, 2007. 216 s. [in Ukrainian]
13. Kurant V. Z., Barna M. M., Barna L. S. Khimiko-biologichnyy fakul'tet: stanovlennya ta perspektyvy rozvytku (do 40-richchya fakul'tetu Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biologiya. Ternopil'*, 2009. № 1–2 (39). S. 198–210. [in Ukrainian]
14. Moskalyuk N. V. Navchal'na laboratoriya morfolohiyi ta systematyky roslyn – herbariy: stvorennya ta vykorystannya u protsesi pidhotovky fakhivtsiv z biologiyi. *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biologiya. Ternopil'*, 2015. № 1 (62). S. 34–39. [in Ukrainian]
15. Podobiv's'kyi S. S., Shevchyk L. O. Kafedra zoolohiyi Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka: istoriya stanovlennya (do 75-richchya zasnuvannya). *Naukovi zapysky Ternopil's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatyuka. Ser. Biologiya. Ternopil'*, 2015. № 1 (62). S. 175–179. [in Ukrainian]

N. M. Drobyk, M. M. Barna, L. S. Barna, V. Z. Kurant, A. I. Hertz
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

FACULTY OF CHEMISTRY AND BIOLOGY OF TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK
NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY: PAST, PRESENT AND FUTURE PROSPECTS
(80TH ANNIVERSARY OF ITS FOUNDATION)

The facts and figures related to the 80-year history of formation and development of the Faculty of Chemistry and Biology of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University are provided. The main stages of foundation, development of the faculty, achievements of the teaching staff in educational and research work are highlighted.

The structural elements of the faculty are characterized: the department of botany and zoology, general biology and methods of instruction of natural sciences, chemistry and methods of its teaching, laboratory of biology and ecology «Golytska biological base of university», agrobiological laboratory, «Educational laboratory of morphology and systematics of plants – herbarium», educational and methodical room «Zoological Museum», laboratory of ecobiotechnologies and basics of health, laboratory of experimental biology, Botanical Garden, within which the Biblical Botanical Garden was launched in 2019.

The following qualifications and majors are enlisted, in particular: bachelor's degree - 014 Secondary education (Biology), 014 Secondary education (Biology and human health), 014 Secondary education (Chemistry), 014 Secondary education (Natural sciences), 202 Plant protection and quarantine; master's degree - 014 Secondary education (Biology and human health), 014 Secondary education (Chemistry), 014 Secondary education (Natural sciences), 091 Biology, 102 Chemistry.

Considerable attention is paid to scientific work, in particular research laboratories: Cytoembryology, Plant Physiology and Microbiology, Ecological Biochemistry, Comparative Biochemistry and Molecular Biology, Ecology and Biotechnology, Ecotoxicology and Bioindication, Chemistry of Unsaturated Compounds, as well as Scientific and methodological center of natural sciences.

It should be emphasized that the faculty creates ample opportunities for postgraduate work, and PhD studies both TNPU-based and in other educational and scientific institutions, as well as for scientific publications in «Scientific Notes of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology.» (category B) and «Scientific notes of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Chemistry».

Career counselling is an integral part of work carried out at the faculty. Prospects for further development of the faculty are outlined.

Key words: Chemical and Biological Faculty, Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University, departments, history, achievements, prospects.

Надійшла 26.05.2020.