

ISSN 2786-6955

UDC 57:54:664

# BHT<sup>3</sup>

BIOTA. HUMAN. TECHNOLOGY

International Scientific Journal

Electronic edition





# BTH

# 2023 | 3

## International Scientific Journal

This is an international open-access, peer-reviewed electronic journal founded by the T.H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”.

The Journal publishes original research papers, review articles and short communication papers in the fields of Biological Sciences, Health, Food and Chemical Technologies.

Responsibility for facts, quotations, private names, enterprises and organizations titles, geographical locations etc. to be barred by the authors.

The Editorial Office and Board do not always share the views and thoughts expressed in the articles published.

The journal is governed by the provisions of an open permissive license [Creative Commons Attribution 4.0 \(CC BY\)](#)

## Journal is reflected in the following databases:

Crossref  
Google Scholar  
V.I. Vernadskiy National Library of Ukraine

**Languages:** English, Polish, Ukrainian

**Frequency:** 3 numbers a year

**Founder:** T.H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”

**Publisher:** T.H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”

**Address of Editorial Office:** 53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

**Tel.** +38(067)507-8805 (Oleksandr Lukash)

**Email:** bht.journal.nuchc@gmail.com

## EDITORIAL BOARD

**Oleksandr V. LUKASH**

(Editor-in-Chief)

Doctor of Biological Sciences, Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Iryna M. KURMAKOVA**

(Deputy Editor-in-Chief)

Doctor of Technical Sciences, Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Olena S. BONDAR**

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Yulia V. BONDARENKO**

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor  
National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine

**Olena E. CHYHYRYNETZ**

Doctor of Technical Sciences, Professor  
National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine

**Nataliia R. DEMCHENKO**

Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Natalia V. GREVTSEVA**

Ph.D. in Technical Sciences, Professor  
V.N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

**Olena V. HORODYSKA**

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Vasyl V. HRUBINKO**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
Ternopil Volodymyr Hnatiuk  
National Pedagogical University, Ukraine

**Yuri O. KARPENKO**

Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Olena Yu. KUPCHYK**

Ph.D. in Chemical Sciences, Associate Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Natalia M. KURCHALUK**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
Pomeranian University in Slupsk, Poland

**Svitlana V. KYRIIENKO**

Ph.D. in Biological Sciences  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Nadiia V. LAPITSKA**

Ph.D. in Technical Sciences  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Nataliia V. TKACHUK**

(Managing Editor)

Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Olga I. SYZA**

(Deputy Editor-in-Chief)

Doctor of Technical Sciences, Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Olga B. MEKHED**

Doctor of Pedagogical Sciences,  
Ph.D. in Biological Sciences, Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Svitlana H. OLIINYK**

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor  
State Biotechnological University, Ukraine

**Lee T. OSTROM**

Ph.D., Professor  
University of Idaho, USA

**Olga V. SAMOKHVALOVA**

Ph.D. in Technical Sciences, Professor  
State Biotechnological University, Ukraine

**Olesia M. SAVCHENKO**

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor  
T.H. Shevchenko National University  
"Chernihiv Colehium", Ukraine

**Mariia I. SHANAIDA**

Doctor in Pharm. Sciences, Associate Professor,  
Ph.D. in Biological Sciences  
I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ukraine

**Nataliia O. SMOLIAR**

Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor  
National University "Yuri Kondratyuk  
Poltava Polytechnic", Ukraine

**Halina M. TKACZENKO**

Doctor of Biological Sciences, Professor  
Pomeranian University in Slupsk, Poland

**Stepan N. VADZYUK**

Doctor of Medical Sciences, Professor  
I. Horbachevsky Ternopil National Medical  
University, Ukraine

**Viktoria I. VOROBYOVA**

Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor  
National Technical University of Ukraine  
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine

**Liubov B. ZELENA**

Ph.D. in Biological Sciences, Senior Research Fellow  
Danylo Zabolotny Institute of Microbiology  
and Virology, NAS of Ukraine, Ukraine

## Foreword

from the Editor-in-Chief

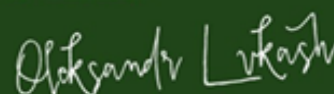
There is no need to convince readers of the first our issue that the natural environment is created and maintained by living organisms, the totality of which is biota. The study of the diversity of living, which began since the day of Hippocrates, Aristotle, and Theophrastus, has not lost its relevance in the modern scientific world. In the 21st century, the search for scientists in quite diverse – from inventory species diversity of ecosystems to the study of adaptation mechanisms of organisms and biota metagenomic studies.

The biota, for which there are no administrative boundaries, compensates for any environmental disturbances that do not exceed the threshold of destruction of the biota itself. This implies the need for international cooperation in various fields of living research. In order to bring together scholars who study different aspects of biotic potential of the environment and its conservation, we are launching the international scientific journal *Biota. Human. Technology*. We are the part of the Editorial Board of the Journal attracted scientists from different countries, who carry out scientific research in various fields of Biology, Ecology, Health, Food and Chemical Technologies.

We expect from our potential authors original articles dedicated to the results of diverse studies of living matter at different levels of the organization – from molecular to biosphere. We look forward to articles on the problems of the functioning of biological systems (including the human body), biodiversity protection of the environment, as well as healthy human nutrition and technological processes.

The BHT Journal pages always have a place to cover the results of scientific discussions which were made by researchers from all the world.

Respectfully Yours,  
Prof. O. Lukash



# CONTENTS

## PHYTOBIOTA

ФІТОБІОТА

*Ганна Данько, Олександр Лукаш*

***PETASITETUM SPURII* STEFFEN 1931 VAR. HOC LOCO –  
НОВИЙ ДЛЯ УКРАЇНИ СИНТАКСОН З ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ**

*Hanna Danko, Oleksandr Lukash*

NEW FOR UKRAINE *PETASITETUM SPURII* STEFFEN 1931 VAR. HOC LOCO SYNTAXON  
FROM THE CHERNIHIV POLESIE

[in Ukrainian]

– 8 –

*Володимир Сverdlov, Юрій Карпенко, Світлана Потоцька*

**СТАН СОСНОВИХ УГРУПОВАНЬ  
НА ТЕРИТОРІЇ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «ЯЛІВЩИНА»  
ТА ВПЛИВ НА НИХ КОРОЇДІВ**

*Volodymyr Sverdlov, Yuriy Karpenko, Svitlana Pototska*

THE STATE OF PINE COMMUNITIES  
ON THE TERRITORY OF THE REGIONAL LANDSCAPE PARK «YALIVSHCHYNA»  
AND THE INFLUENCE OF BARK BEETLES ON THEM

[in Ukrainian]

– 23 –

*Олександр Яковенко*

**ЛІСОВА РОСЛИННІСТЬ ЛЕСОВИХ «ОСТРОВІВ» ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ**

*Oleksandr Yakovenko*

THE FOREST VEGETATION OF THE CHERNIHIV POLESIE LOESS «ISLANDS»

[in Ukrainian]

– 34 –

*Юлія Ступак*

**ФЕНОЛОГІЧНІ ФАЗИ РОЗВИТКУ *ULMUS PUMILA* L.  
У ВЕСНЯНО-ЛІТНІЙ ПЕРІОД У М. ЧЕРНІГОВІ**

*Yuliia Stupak*

PHENOLOGICAL PHASES OF THE *ULMUS PUMILA* L. DEVELOPMENT  
IN SPRING AND SUMMER PERIOD IN THE CHERNIHIV CITY

[in Ukrainian]

– 60 –

 **ENVIRONMENTAL POLLUTION**   
**STRESSES AND ORGANISMS' RESPONSE**

**СТРЕСИ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ  
ТА РЕАКЦІЯ ОРГАНІЗМІВ**

*Олександр Лукаш, Євгеній Гутник, Віталій Морський*

**СУКЦЕСІЇ РОСЛИННОСТІ ПРИДОРОЖНІХ ГАЗОНІВ МІСТА ЧЕРНІГОВА  
У ЗВ'ЯЗКУ АНТРОПОГЕННИМ ТИСКОМ  
ТА ЗМІНАМИ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ**

*Oleksandr Lukash, Yevhenii Hutnyk, Vitalii Morskyi*

**VEGETATION SUCCESSIONS OF THE CHERNIHIV CITY ROADSIDE LAWNS DUE TO  
ANTHROPOGENIC PRESSURE AND WEATHER AND CLIMATE CONDITIONS CHANGES**

[in Ukrainian]

- 69 -

*Тетяна Морозова*

**ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH.  
ЯК МОДЕЛЬНИЙ ОБ'ЄКТ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

*Tetiana Morozova*

**ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH. AS A MODEL OBJECT  
OF ENVIRONMENTAL RESEARCH**

[in Ukrainian]

- 83 -

 **MAN AND HIS HEALTH** 

**ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я**

*Halina Tkaczenko, Urszula Osmólska, Natalia Kurhaluk*

**RED CELL INDICES IN MEN AND WOMEN  
WITH NORMAL AND LOW PLASMA IRON LEVELS**

*Галина Ткаченко, Уршуля Осмульська, Наталія Кургалюк*

**ЕРИТРОЦИТАРНІ ПОКАЗНИКИ У ЧОЛОВІКІВ І ЖІНОК  
З НОРМАЛЬНИМ ТА НИЗЬКИМ РІВНЕМ ЗАЛІЗА У ПЛАЗМІ КРОВІ**

[in English]

- 95 -

*Natalia Kurhaluk, Krzysztof Tota, Małgorzata Dubik-Tota, Halina Tkaczenko*

**WPLYW AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ, PALENIA TYTONIU,  
ZAWAŁU I CUKRZYCY W RODZINIE NA POZIOM MARKERÓW  
PEROKSYDACJI LIPIDÓW WE KRWI KOBIET I MEŹCZYŹN  
Z ZAWAŁAMI SERCA I CUKRZYCĄ TYPU 2**

*Natalia Kurhaluk, Krzysztof Tota, Małgorzata Dubik-Tota, Halina Tkaczenko*

**THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY, SMOKING,  
MYOCARDIAL INFARCTION AND DIABETES IN FAMILY HISTORY  
ON THE LEVEL OF LIPID PEROXIDATION MARKERS  
IN THE BLOOD OF WOMEN AND MEN  
WITH MYOCARDIAL INFARCTION AND TYPE 2 DIABETES**

**[in Polish]**

- 113 -

 **INSTRUCTIONS FOR AUTHORS** 

**КЕРІВНИЦТВО ДЛЯ АВТОРІВ**

- 130 -



**ΡΗΥΤΟΒΙΟΤΑ**

**ΦΙΤΟΒΙΟΤΑ**



UDC 582.991(477.51)

*Ганна Данько, Олександр Лукаш***PETASITETUM SPURII STEFFEN 1931 VAR. HOC LOCO –  
НОВИЙ ДЛЯ УКРАЇНИ СИНТАКСОН З ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ***Hanna Danko, Oleksandr Lukash***NEW FOR UKRAINE PETASITETUM SPURII STEFFEN 1931 VAR. HOC LOCO  
SYNTAXON FROM THE CHERNIHIV POLESIE**

DOI: 10.58407/bht.3.23.1

**АНОТАЦІЯ**

**Мета роботи.** Визначення місця угруповань з *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb. у класифікаційній схемі псамофітної рослинності Чернігівського Полісся та наведення характеристики асоціації *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco.

**Методологія.** Геоботанічні описи на алювіальних пісках було проведено впродовж польових досліджень 2019–2021 рр. із використанням геоботанічних методів. Описи рослинності здійснювали впродовж вегетаційного періоду у фізіономічних межах фітоценозу на площах 4–16 м<sup>2</sup>. Визначали проективне покриття ярусів рослинного угруповання та кожного виду, фіксували координати, площу, дату та місце проведення. Для обробки геоботанічних описів було використано кластерний аналіз у програмі R-4.2.3, пакет «twinspanR» за допомогою алгоритму Modified Twinspan. Для встановлення діагностичних видів був використаний коефіцієнт вірності видів (*phi*) з пороговим значенням понад 25 %.

Для ідентифікації синтаксономічних одиниць було використано Продромус рослинності України, Словаччини, Чехії та Італії, матеріали з синтаксономії, визначник рослинних угруповань та проаналізовано ряд наукових праць із досліджень алювіальної псамофітної рослинності. Назви вищих синтаксонів наведено у відповідності до схем флористичної класифікації рослинності Європи та України. Назви таксонів наведені за Euro+Med PlantBase (2023).

**Наукова новизна.** На території Чернігівського Полісся вперше виділено нову для України асоціацію рудеральної піщаної рослинності *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco.

**Висновки.** Під час геоботанічного дослідження псамофітної рослинності Чернігівського Полісся (Україна) та опрацювання зібраного матеріалу в ході кластерного аналізу було виокремлено окремий блок геоботанічних описів, що відзначалися високою спільною фітоценотичною участю *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb. Такі описи було виконано по алювіальним берегам річок території досліджень. Значну участь у формуванні цих угруповань беруть типові види класу *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951. Тому асоціацію *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco віднесено до союзу *Convolvulo arvensis-Agrophyron repentis* Görs 1967 порядку *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969 цього класу.

**Ключові слова:** алювіальні піски, класифікація, псамофітна рослинність, Чернігівське Полісся, *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb.

**ABSTRACT**

**The aims of the study.** Determination the *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb communities position in the Chernihiv Polesie sand vegetation scheme and specifying the characteristics of the *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco association.

**Methodology.** Plot descriptions on alluvial sands were carried out during field research in 2019–2021 with the use of geobotanical methods. Vegetation relevés were made during the growing season on areas of 4–16 m<sup>2</sup>. Projective coverage of plant community layers and of each species was determined. To process the geobotanical descriptions, we used cluster analysis in the program R-4.2.3 with the package «twinspanR» with the use of the modified TWINSpan algorithm. The species fidelity coefficient (*phi*) with a threshold value of more than 25 % was used to identify diagnostic species.



For the identification of syntaxonomic units, we used vegetation prodromes of Ukraine, Slovakia, Czech Republic and Italy, materials on syntaxonomy, plant community identifier. Scientific papers on alluvial psammophytic vegetation were analyzed. Names of higher syntaxa are given according to the floristic classification schemes of vegetation for Europe and Ukraine. Taxon names are given according to Euro+Med PlantBase (2023).

**Scientific novelty.** A new association of ruderal psammophytic vegetation *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco was identified for the first time in Chernihiv Polesie.

**Conclusions.** During investigation of the psammophytic vegetation of Chernihiv Polesie (Ukraine) and data processing, a separate cluster of relevés was identified. It was characterized by participation of *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb. These relevés were made along the alluvial river banks of the study area. The typical species of the *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951 class were present, therefore, they are assigned to the *Convolvulo arvensis-Agropyrion reptantis* Görs 1967 union of the *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969 order of this class.

**Key words:** alluvial sands, classification, psammophytic vegetation, Chernihiv Polesie, *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb

### Постановка проблеми

Алювіальні біотопи, розташовані по берегам річок, є динамічними, тому виступають одними з найбільш цікавих для досліджень та моніторингу (Nilsson, 1987; Banášová et al., 1994; Edwards et al., 1999; Uziębło & Ciarała, 2006; Uziębło & Barć, 2015; Ellenberg et al., 2009; Dubyna et al., 2016). Угрупування на алювіальних пісках можуть зазнавати деструктивного впливу, який спричинений змінами гідрорежиму водоєм, стихійними процесами на руслових територіях, інтенсифікацією рекреаційної діяльності, забрудненням узбереж та стихійними накопиченнями побутових відходів. Зміни прибережних угруповань можуть відбуватися щосезону і навіть у межах сезону завдяки особливостям умов існування.

Алювіальні угруповання часто мало-видові та розріджені. Окремі представники рослинного світу можуть траплятися як на відкритому алювіальному піску, так і на ділянках з сформованими фітоценозами. Неоднорідність прибережних алювіальних пісків як середовища існування уможливорює проникнення видів та розвиток угруповань, що поширені вище за течією, так як діаспори легко можуть переміщуватися течією. Антропогенно трансформовані території також виступають місцем закріплення нових для території видів та їх угруповань, тому цікавим є вивчення ефемеропсамофітону берегів річок Чернігівського Полісся.

На сьогодні проводилися лише фрагментарні дослідження рослинних угруповань пісків Чернігівського Полісся (Lukash & Danko, 2020; Lukash, 2008a), тому виникла необхідність здійснити комплексне вивчення рослинності пісків території. У ході геоботанічних досліджень піщаної рослинності

Чернігівського Полісся у 2019–2021 рр. були помічені та описані цікаві угруповання алювіальної псамофітної рослинності по берегах р. Десни та р. Снов. за участі *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb – адвентивного виду для України. У ході аналізу вітчизняних джерел з фітосоціології ми не змогли знайти інформацію про такі фітоценози. Тому за мету нашого дослідження ми поставили визначити місце угруповань за участю *Petasites spurius* у класифікаційній схемі псамофітної рослинності Чернігівського Полісся та охарактеризувати асоціацію *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco.

### Матеріали та методи досліджень

Геоботанічні описи на алювіальних пісках Чернігівського Полісся було проведено впродовж польових досліджень 2019-2021 рр. (рис. 1) із використанням геоботанічних методів (Yakubenko et al., 2018). Описи рослинності впродовж вегетаційного періоду у фізіономічних межах фітоценозу на площах 4–16 м<sup>2</sup> (Dengler et al., 2009). Визначали проективне покриття ярусів рослинного угруповання та кожного виду, фіксували координати, площу, дату та місце проведення. Діапазони проективного покриття переведено в бальну шкалу: «+» – до 1 %, 1 – 1-5 %, 2 – 6-15, 3 – 16-25 %, 4 – 26-50 %, 5 > 50 %. Для *P. spurius* у фітоценотичній таблиці проективне покриття у бальну шкалу не переводили. Для обробки геоботанічних описів було використано кластерний аналіз в програмі R-4.2.3, пакет «twinspanR» (Zeleny, 2021) за допомогою алгоритму Modified Twinspan (Roleček et al., 2009). Для встановлення діагностичних видів був використаний коефіцієнт вірності видів (*phi*) з пороговим значенням понад 25 %.

Для ідентифікації синтаксономічних одиниць було використано Продромус рослинності України (Dubyna et al., 2019), Словаччини (Jarolímek et al., 2008), Чехії (Láníková et al., 2009) та Італії (Biondi et al., 2014), матеріали з синтаксономії (Dengler et al., 2003; Dengler et al., 2009), визначник рослинних угруповань (Matuszkiewicz, 2019) та було проаналізовано ряд наукових праць із досліджень алювіальної псамофітної

рослинності (Krawczyk, 2015; Shakleina, 2021; Taran et al., 2018; Golovanov & Abramova, 2012; Dengler et al., 2003; Bulokhov, 2017). Назви вищих синтаксонів наведено за Mucina et al. (2016) та продромусом рослинності України (Dubyna et al., 2019). Назви таксонів наведені за Euro+Med PlantBase – номенклатурою для вищих рослин (2023).

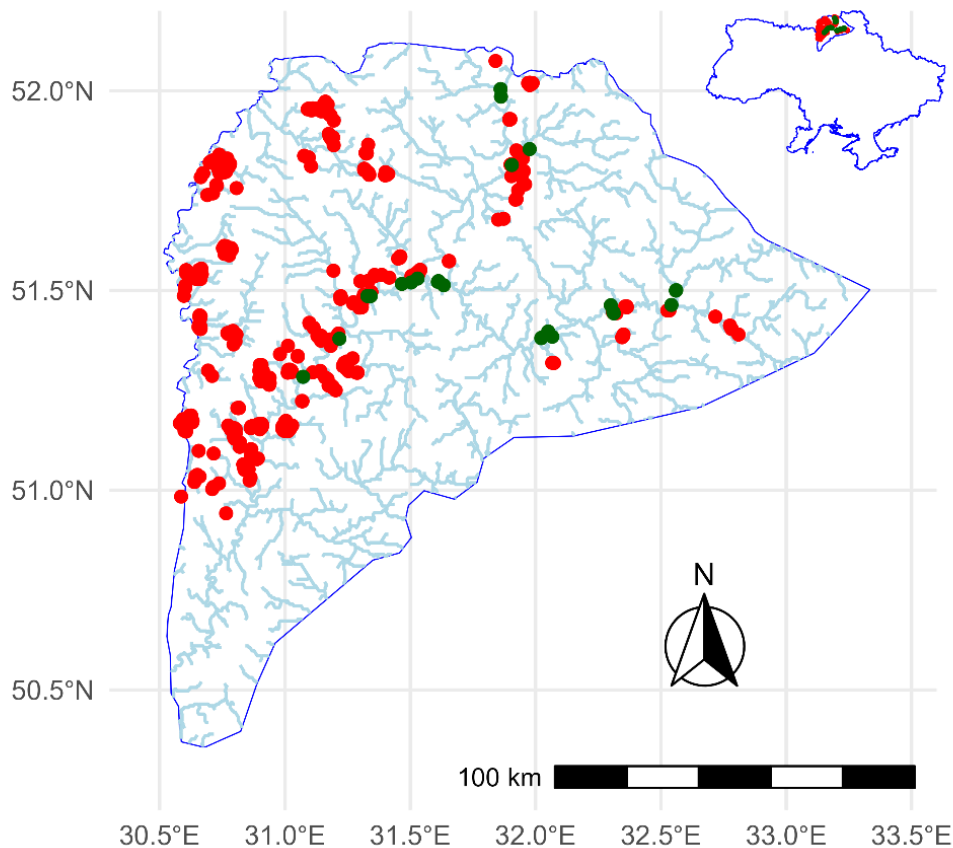


Рис. 1. Територія дослідження з картою геоботанічних описів (2017-2021).  
Описи з участю *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb (2019-2021) позначені зеленим кольором

#### Умови території дослідження

Чернігівське Полісся має помірно континентальний, зі значною відносною вологістю клімат (Kottek et al., 2006). Середньорічна сума опадів становить 500-610 мм, найбільше опадів випадає в липні, найменше – у лютому (рис. 2). Чернігівське Полісся за будовою рельєфу – це слабохвиляста піщана рівнина морено-льодовикового періоду з боровими та суборовими лісами (Lanko et al., 1969).

Річкові долини відіграють ключову роль у рельєфі Чернігівського Полісся. Долина р. Дніпро в межах Чернігівського Полісся огинає територію із заходу, а вздовж

східного краю йде долина р. Десни. Територію дрениують р. Десни та її притоки – Снов, Білоус, Сейм, Остер. Дніпро в межах досліджуваної території має лише декілька невеликих лівобережних приток – Вир, Вертеч, Пакулька. У заплавах р. Дніпро та р. Десни утворюється велика кількість малих озер. Ґрунтові води мають глибину залягання 1-3 м на терасах до 5-7 м на вододільних рівнинах. У долинах великих річок горизонт ґрунтових вод алювіальних і водно-льодовикових відкладів має зв'язок з харківським горизонтом. Підземні води харківського горизонту живлять такі великі болота, як Паристе, Видра та частково Замглай

(Marinich et al., 1985). Існування описаної гідрологічної мережі створило сприятливі умови для формування літоральної псамофітної рослинності.

Чернігівське Полісся характеризується розвитком пісків. Цим Полісся дуже відрізняється від інших рівнинних частин України, де переважають суглинки. У складі антропогенових відкладів Полісся, окрім пісків, також трапляються суглинки, глини, органогенні відклади, але питома вага їх незначна (Lanko et al., 1969).

У Чернігівському Поліссі найбільш поширеними є дерново-підзолисті ґрунти,

які сформувалися на безкарбонатних, давньоалювіальних, водно-льодовикових і моренних відкладах піщаного, супіщаного й суглинкового механічного складу. На піщаних, супіщаних і глинисто-піщаних відкладах поширені переважно дерново-слабко- і середньопідзолисті ґрунти на підвищеннях терас річкових долин та вододільних моренно-зандрових рівнинах.

Кліматичні, гідрологічні та геолого-геоморфологічні умови сприяють локальному формуванню особливих рослинних угруповань.

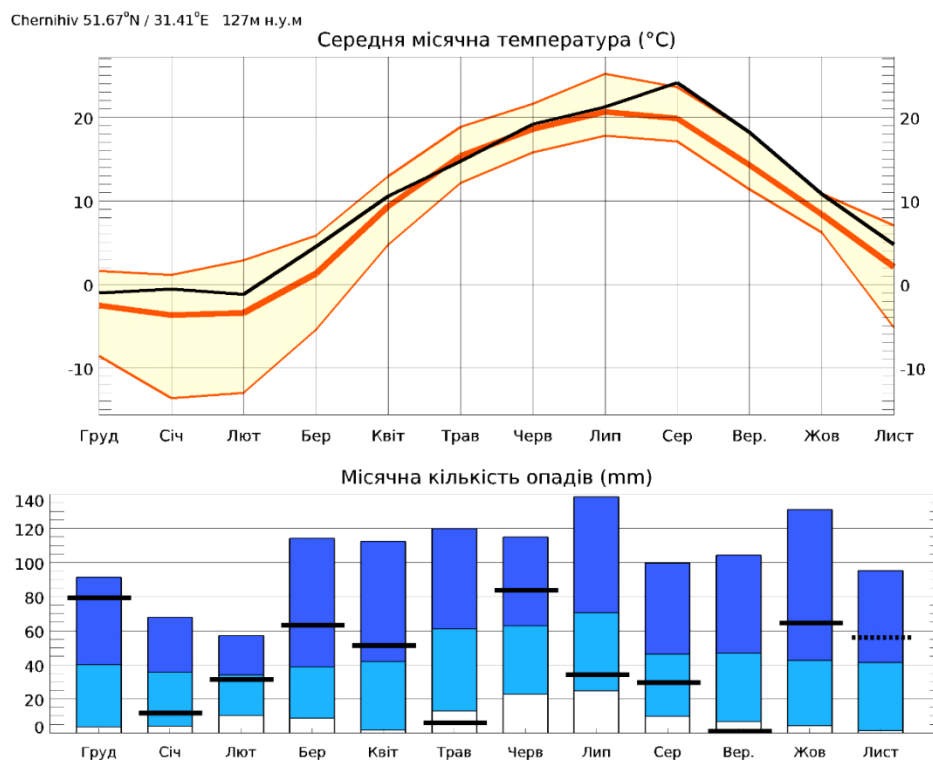


Рис. 2. Клімат Чернігівського Полісся за останні 30 років та останні 12 місяців (чорним), за даними Meteoblue (Weather West End – Meteoblue, 2023)

### Результати та їх обговорення

У ході досліджень було проведено інвентаризацію рослинного покриву пісків Чернігівського Полісся та розроблено продромус псамофітної рослинності Чернігівського Полісся, який ми наводимо нижче.

Клас *Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. in Br.-Bl. et al. 1952

Порядок *Nanocyperetalia* Klika 1935

Союз *Eleocharition soloniensis* Philippi 1968

Ас. *Stellarion uliginosae-Isolepidetum setaceae* Libbert 1932

Ас. *Cyperetum flavescens* Koch 1926

Ас. *Cyperetum micheliani* Horvatić 1931

Ас. *Juncetum bufonii* Felföldy 1942

Союз *Verbenion supinae* Slavnić 1951

Ас. *Eragrostidetum suaveolentis* Golub et al. 2007

Клас *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Порядок *Oenanthetalia aquaticaе* Hejný ex Balátová-Tuláčková et al. 1993

Союз *Eleocharito palustris-Sagittarion sagittifoliae* Passarge 1964

Ac. *Alopecuro-Alismatetum plantaginis-aquaticae*  
Bolbrinker 1984

Ac. *Butomo-Alismatetum plantaginis-aquaticae*  
Slavnić 1948

Ac. *Butomo-Sagittarietum sagittifoliae* Losev  
in Losev et Golub 1988

Ac. *Butometum umbellati* Philippi 1973

Ac. *Oenanthetum aquaticae* Soó ex Neuhäusl 1959

Ac. *Sagittario sagittifoliae-Sparganietum emersi* Tx. 1953

Порядок *Phragmitetalia* Koch 1926

Союз *Phragmition communis* Koch 1926

Ac. *Phragmitetum australis* Savič 1926

Ac. *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953

Ac. *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930

Ac. *Sparganietum erecti* Roll 1938

Ac. *Glycerietum maximae* Nowiński 1930 corr.

Šumberová, Chytrý et Danihelka

in Chytrý 2011

Клас *Crypsietea aculeatae* Vicherek 1973

Порядок *Crypsietalia aculeatae* Vicherek 1973

Союз *Heleochoilon schoenoidis* Br.-Bl. ex Rivas  
Goday 1956

Ac. *Heleocholetum schoenoidis* Topa 1939

Клас *Koelerio-Corynephoretea canescentis* Klika  
in Klika et Novák 1941

Порядок *Corynephoretalia canescentis* Klika 1934

Союз *Corynephorion canescentis* Klika 1931

Ac. *Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis*  
Steffen 1931

Ac. *Corynephorio-Silenetum tataricae* Libbert 1931

Ac. *Corniculario aculeatae-Corynephoretum canescentis*  
Steffen 1931

Союз *Armerion elongatae* Pötsch 1962

Ac. *Sclerantho-Herniarietum glabrae* Glow. 1988

Ac. *Festuco rubrae-Equisetetum ramosissimi* Fijalk.  
1978 em. Glow. 1988

Союз *Koelerion glaucae* Volk 1931

Ac. *Kochietum arenariae* Fijalk 1978

Ac. *Koelerio-Astragaletum arenarii* Glow. 1988

Ac. *Veronico dillenii-Secaletum sylvestris* Shevchyk  
et Solomakha 1996

Ac. *Diantho borbasii-Agrostietum syreistschikovii*  
Vicherek 1972

Клас *Sedo-Scleranthetea* Br.-Bl. 1955

Порядок *Sedo-Scleranthetalia* Br.-Bl. 1955

Союз *Hyperico perforati-Scleranthion perennis*  
Moravec 1967

Ac. *Thymo pulegioidis-Sedetum sexangularis*  
Didukh et Kontar 1998

Союз *Sedo-Scleranthion* Br.-Bl. et Richard 1950

Ac. *Vincetoxico hirundinariae-Rumicetum acetosellae*  
Didukh et Kontar 1998

Ac. *Sempervivo ruthenici-Sedetum ruprechtii*  
Didukh et Kontar 1998

Клас *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937

Порядок *Galiotalia veri* Mirkin et Naumova 1986

Союз *Agrostion vinealis* Sipaylova et al. 1985

Ac. *Agrostio vinealis-Calamagrostietum epigei* Shelyag-  
Sosonko et al. ex Shelyag-Sosonko et al. 1985

Ac. *Poëtum angustifoliae* Shelyag-Sosonko  
et al. 1986

Ac. *Bromopsietum inermis* Shvergunova et al. 1984

Порядок *Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931

Союз *Arrhenatherion elatioris* Luquet 1926

Ac. *Festuco pratensis-Deschampsietum cespitosae*  
Turubanova 1986

Ac. *Poëtum pratensis* Ravarut et al. 1956

Ac. *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis* Sillinger  
1933

Клас *Calluno-Ulicetea* Br.-Bl. et Tx. ex Klika et  
Hadač 1944

Порядок *Vaccinio myrtilli-Genistetalia pilosae*  
Schubert ex Passarge 1964

Союз *Euphorbio-Callunion* Schubert ex Pasarge  
1964

Ac. *Euphorbio cyparissiae-Callunetum vulgaris* Schubert  
ex Passarge 1964

Клас *Nardetea strictae* Rivas Goday et Borja  
Carbonell in Rivas Goday et Mayor Lopez  
1966 nom. conserv. propos.

Порядок *Nardetalia strictae* Preising 1950

Союз *Violion caninae* Schwickerath 1944

Ac. *Calluno-Nardetum* Hryniewicz 1959

Клас *Trifolio-Geranietea sanguinei* T.Müller 1962

Порядок *Origanetalia vulgaris* T. Müller 1962

Союз *Trifolion medii* T. Müller 1962

Ac. *Agrimonio eupatoriae-Trifolietum medii*  
(T. Müller 1962) Dengler et al. 2003

Ac. *Trifolio medii-Melampyretum nemorosi* Dierschke  
1973

Порядок *Melampyro-Holcetalia mollis* Passarge  
in Theurillat et al. 1995

Союз *Melampyrion pratensis* Passarge 1979

Ac. *Sedo maximi-Peucedanetum oreosolini* Brzeg 1983

Ac. *Lathyro montani-Melampyretum pratensis* Passarge  
1967

- Клас *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. & al. 1939  
 Порядок *Pinetalia sylvestris* Oberd. 1957  
 Союз *Dicrano-Pinion sylvestris* (Libbert 1933)  
 W. Matuszkiewicz 1962 nom. conserv. propos.  
 Ас. *Cladonio-Pinetum* Juraszek 1927  
 Ас. *Dicrano-Pinetum* Preising et Knapp ex Oberd. 1957  
 Ас. *Peucedano-Pinetum* Matuszkiewicz (1962) 1973  
 Ас. *Veronico incanae-Pinetum* Bulokhov et Solomeshch 2003
- Клас *Pyrolo-Pinetea sylvestris* Korneck 1974  
 Порядок *Koelerio glaucae-Pinetalia sylvestris* Ermakov 1999  
 Союз *Koelerio glaucae-Pinion sylvestris* Ermakov 1999  
 Ас. *Antherico-Pinetum sylvestris* Ermakov 1999  
 Ас. *Potentillo arenariae-Pinetum sylvestris* Ermakov 1999
- Клас *Lonicero-rubetea plicati* Haveman, Schaminee et Stortelder in Stortelder et al. 1993  
 Порядок *Rubetalia plicati* Weber in Pott 1995  
 Союз *Sarothamnion scoparii* Oberd. 1957  
 Ас. *Calluno-Sarothamnetum* Malcuit 1929
- Клас *Robinietae* Jurko ex Hadac et Sofron 1980  
 Порядок *Chelidonio-Robinietae pseudoacaciae* Jurko ex Hadač et Sofron 1980  
 Союз *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron 1980  
 Ас. *Chelidonio-Pinetum sylvestris* (Gorelov 1997) Davydov comb. nova prov.  
 Союз *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron ex Vítková in Chytrý 2013  
 Ас. *Chelidonio-Robinetum* Jurko 1963
- Клас *Epilobietea angustifolii* Tx. et Peising ex von Rochow 1951  
 Порядок *Galeopsio-Senecionetalia sylvatici* Passarge 1981 nom. conserv. propos.  
 Союз *Epilobion angustifolii* Oberd. 1957  
 Ас. *Rubo-Chamaenerietum angustifolii* Hadač et al. 1969  
 Ас. *Calamagrostietum epigei* Juraszek 1928
- Клас *Stellarietea mediae* Tx. et al. in Tx. 1950  
 Порядок *Atriplici-Chenopodietalia albi* (Tx. 1937) Nordhagen 1940  
 Союз *Panico-Setarion* Sissingh in Westhoff et al. 1946  
 Ас. *Echinochloo-Setarietum pumilae* Felföldy 1942 corr. Mucina in Mucina et al. 1993  
 Порядок *Eragrostietalia* J. Tx. ex Poli 1966  
 Союз *Eragrostion* Tx. in Oberd. 1954
- Ас. *Cynodontetum dactyli* Gams 1927  
 Ас. *Digitario sanguinalis-Eragrostietum minoris* Tx. ex von Rochow 1951  
 Ас. *Eragrostio-Amaranthetum albi* Morariu 1943  
 Ас. *Plantagini indicae-Digitarietum sanguinalis* Papucha 1991  
 Порядок *Sisymbrietalia sophiae* J. Tx. ex Görs 1966 nom. conserv. propos.  
 Союз *Atriplicion* Passarge 1978 nom. conserv. propos.  
 Ас. *Atriplicetum hastatae* Poli et J. Tx. 1960  
 Союз *Hordeion murini* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1936  
 Ас. *Brometum tectorum* Bojko 1934  
 Ас. *Hordeetum murini* Libbert 1932  
 Союз *Sisymbriion officinalis* Tx. et al. ex von Rochow 1951  
 Ас. *Cannabietum ruderalis* Fijałkowski 1967  
 Ас. *Chamaeprietum officinalis* Hadač 1978  
 Ас. *Erigeronto-Lactucetum serriolae* Lohmeyer in Oberd. 1957  
 Ас. *Ivaetum xanthifoliae* Fijałkowski 1967  
 Ас. *Sisymbrietum sophiae* Kreh 1935
- Клас *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951  
 Порядок *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969  
 Союз *Convolvulo arvensis-Agropyron repentis* Görs 1967  
 Ас. *Anisantho-Artemisietum austriacae* Kostylev 1985  
 Ас. *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco  
 Порядок *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadač 1944  
 Союз *Arction lappae* Tx. 1937  
 Ас. *Leonuro-Arctietum tomentosum* Felföldy 1942  
 Союз *Dauco-Melilotion* Görs ex Rostański et Gutte 1971  
 Ас. *Berteroetum incanae* Sissingh et Tideman ex Sissingh 1950  
 Союз *Onopordion acanthii* Br.-Bl. et al. 1936  
 Ас. *Achilleo millefolii-Grindelietum squarrosae* Kostylev in Solomakha et al. 1992  
 Ас. *Ambrosio artemisiifoliae-Xanthietum strumariae* Kostylev in Solomakha et al. 1992  
 Ас. *Artemisio-Echinopsetum sphaerocephali* Eliáš 1979  
 Ас. *Balloto-Artemisietum absinthii* Schubert et Mahn 1959  
 Ас. *Onopordetum acanthii* Br.-Bl. 1926  
 Ас. *Potentillo argenteae-Artemisietum absinthii* Faliński 1965  
 Ас. *Tanaceto-Artemisietum vulgaris* Br.-Bl. (1931) 1949  
 Ас. *Xanthietum strumarii* Paucă 1941

Клас *Polygono-Poetea annuae* Rivalis-Mart. 1975  
 Порядок *Polygono arenastri-Poetalia annuae* Tx. in  
 Géhu et al. 1972 corr. Rivas-Mart. et al. 1991  
 Союз *Polygono-Coronopodion* Sissingh 1969  
 Ас. *Polygonetum arenastri* Gams 1927 corr. Lanikova  
 in Chytrý 2009  
 Союз *Saginion procumbentis* Tx. et Ohba in Géhu  
 et al. 1972  
 Ас. *Herniarietum glabrae* (Hohenester 1960) Hejný  
 et Jehlík 1975  
 Ас. *Rumici acetosellae-Spergularietum rubrae*  
 Hülbusch 1973

Клас *Plantaginetea majoris* Tx. et Preising ex von  
 Rochow 1951  
 Порядок *Potentillo-Polygonetalia avicularis* Tx. 1947  
 Союз *Plantagini-Prunellion* Eliáš 1980  
 Ас. *Juncetum tenuis* (Diemont et al. 1940)  
 Schwickerath 1944  
 Союз *Potentillion anserinae* Tx. 1947  
 Ас. *Rumici crispi-Agrostietum stoloniferae* Moor 1958  
 Ас. *Potentilletum anserinae* Rapaics 1927  
 Ас. *Bhysmo-Juncetum compressi* (Libbert 1930) Tx.  
 1950  
 Ас. *Agrostio stoloniferae-Deschampsietum cespitosae*  
 Ujvárosi 1947

Клас *Bidentetea* Tx. et al. ex von Rochow 1951  
 Порядок *Bidentetalia* Br.-Bl. et Tx. ex Klika et  
 Nadač 1944  
 Союз *Bidention tripartitae* Nordhagen ex Klika et  
 Nadač 1944  
 Ас. *Polygonetum hydropiperis* Passarge 1965  
 Ас. *Bidentetum cernuae* Slavnić 1951  
 Ас. *Bidentetum tripartitae* Miljan 1933  
 Ас. *Myosoto aquatici-Bidentetum frondosae*  
 Порядок de Bolòs, Montserrat et Romo 1988  
 Союз *Chenopodion rubri* (Tx. in Poli et J. Tx. 1960)  
 Hilbig et Jage 1972  
 Ас. *Chenopodietum rubri* Timár 1950  
 Ас. *Bidenti frondosae-Atriplicetum prostratae* Poli et J.  
 Tx. 1960 corr. Gutermann et Mucina 1993  
 Ас. *Xanthio riparii-Chenopodietum rubri* Lohmeyer et  
 Walther in Lohmeyer 1950

У цю схему псамофітної рослинності не потрапили угруповання з домінуванням *Petasites spurius*, які ми виявили на алювіальних пісках заплав р. Десни та її приток.

Рід *Petasites* Mill. (з родини *Asteraceae* Giseke) має у своєму складі 18 видів (Томан, 1972). Види *Petasites* мають поширення від Північної Африки до Східної Азії, а також у Північній

Америці та Європі, де можна зустріти вісім аборигенних та два інтродуковані види: *P. japonicus* (Siebold & Zucc.) Maxim. і *P. pyrenaicus* (L.) G. López (Ożarowski et al., 2013). В Україні трапляються чотири види роду *Petasites*: *P. spurius* (Retz.) Reichenb., *P. hybridus* (L.) G. Gaertn. & al., *P. albus* (L.) Gaertn., *P. kablikianus* Bercht (Dobrochaeva et al., 1987), які, крім того, утворюють гібриди (Desjardins et al., 2016). Останні два види зростають у Карпатах. На території Чернігівського Полісся трапляються *P. spurius* та *P. hybridus* (Lukash, 2008). *P. spurius* зазвичай заселяє піщані береги річок (Dobrochaeva et al., 1987). Вид можна охарактеризувати як багаторічну трав'янисту довгокореневищну рослину, гемікриптофіт, гіромезофіт, бореально-субмеридіонального зонального типу. Це кенофіт європейсько-західноазійського походження, що натуралізувався в переважно алювіальних місцезростаннях природного та напівприродного типу (заплавних лісах та алювіальних відкладах по берегах річок (Проторорова, 1991)). Для *P. spurius* характерна стратегія поширення шляхом вегетативного розмноження. Вид захоплює й колонізує територію за рахунок щорічно утворюваних короткоживучих багаторічних та однорічних пагонів вегетативного походження, а не за рахунок значної тривалості життя рослин. Таким чином, життєва стратегія *P. spurius* має змішаний характер і є вторинною рудерально-конкурентною (Shakleina & Savinykh, 2021). *P. spurius* надає перевагу затіненим місцезростанням, але за достатньої кількості води може рости також на відкритих місцях. Найсприятливіші умови для *P. spurius* у вологих заростях, по берегах струмків, канав, ярів і річок, де вид подекуди створює великі одновидові кластери (Shakleina, 2021; Tys et al., 2015).

Важливо відмітити, що ареал поширення виду *P. spurius* – це східна, частково західна та північна Європа (Finlayson, 2019), як видно на рисунках 3 та 4. У західній та північній Європі цей вид має спорадичне поширення. Інші види роду *Petasites* Mill. утворюють угруповання вздовж гірських річок. Такі угруповання відмічені та вивчені як у європейських країнах, так і в Україні (Dubyna et al., 2019; Matuszkiewicz, 2012; Láníková et al., 2009; Jarolímek et al., 2008; Mucina et al., 2016).

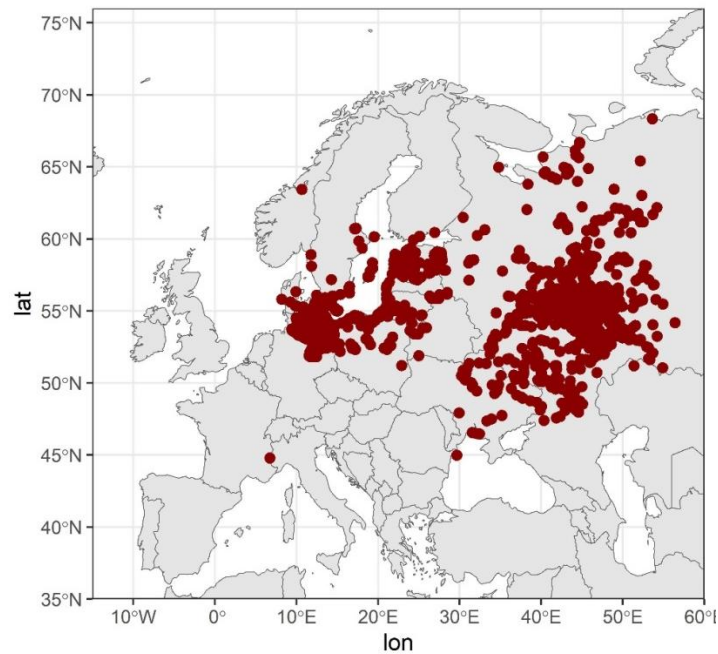


Рис. 3. Знахідки виду *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb на 2023 рік за даними GBIF (2023)



Рис. 4. Ареал поширення виду *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb

*P. spurius* відмічено на алювіальних пісках в декількох країнах (Shakleina, 2021; Krawczyk, 2015; Taran et al., 2018). Проте угруповання за участі виду мали видовий склад, який відрізняється від тих, що трапляються на Чернігівському Поліссі, хоч і були описані в подібних екологічних умовах. Угруповання з *P. spurius* різні автори розглядають у складі різних класів рослинності, зокрема: *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx.1943 (Krawczyk, 2015), *Koelerio-Corynephoretea canescentis* (Matuszkiewicz, 2012), *Molinio-Arrhenatheretea* Tx.

1937 та *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941 (Golovanov & Abramova, 2012).

Інформація щодо синтаксономії фітоценозів за участі *P. spurius* на сьогодні не є вичерпною. Так, угруповання з *P. spurius* у центральній Європі відносять до асоціації *Petasitetum spurii* Steffen 1931 (для Німеччини розглядають синонім *Saponario-Petasitetum spurii* Walther 1977) (Dengler et al., 2003), тоді як угруповання, описані у верхів'ї Десни, відносять до асоціації *Achilleo salicifoliae-Petasitetum spurii* Bulokhov 2017 (Bulokhov, 2017). Обидва

синтаксони віднесено до класу *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951. Зазначено, що угруповання на берегах р. Десни характеризуються значним ступенем антропогенної трансформації (Taran et al., 2018). У більш вузькому сенсі розглядають асоціацію *Physcomitrello patentis-Petasitetum spurii* Taran, Tyurin et Dyachenko ass. nov. hoc loco., що локалізується на східній межі ареалу поширення виду (рис. 4), її відносять до класу *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941 (Taran et al., 2018).

Як видно з аналізу наукових праць, немає єдиної думки щодо приналежності угруповань з участю виду.

В Україні *P. spurius* не був відмічений в жодному синтаксоні, інші види роду на території України утворюють ценози асоціацій *Chaerophyllo-Petasitetum albi* Sýkora et Nadač 1984, *Leymo sabulosi-Hippophaëtum rhamnoidis* Dubyna et Dziuba ass. nova prov., *Petasitetum albi* Zlatnik 1928, *Agropyro caninae-Petasitetum kablikiani* Pawłowski et Walas 1949, *Phalarido-Petasitetum hybridi* Schwickerath 1933 (Dubyna et al., 2019).

Описи фітоценозів за участю *P. spurius*, здійснені на Чернігівському Поліссі, наведені у табл. 1. Ми відносимо їх до асоціації *Petasitetum spurii* Steffen 1931 і вперше наводимо для України. Угруповання флористично бідні. Їх склад залежить від гідрологічних та трофічних умов.

Як видно з табл. 1 в фітоценозах представлені діагностичні види класу *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951: *Artemisia absinthium* L., *A. vulgaris* L., *Carduus acanthoides* L., *C. crispus* L., *Elytrigia repens* (L.) Gould, *Melilotus officinalis* (L.) Pall. *Tanacetum vulgare* L. Діагностичними видами порядку *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969 та союзу *Convolvulo arvensis-Agropyron repentis* Görs 1967 є *Bromopsis inermis* Leyss., *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth, *Convolvulus arvensis* L., *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D.R.Dewey, *Poa angustifolia* L., *Xanthium strumarium* L.

В угрупованнях з Чернігівського Полісся в значній мірі присутні види класу *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951. Територіально вони ближчі до угруповань асоціації *Achilleo salicifoliae-Petasitetum spurii* Bulokhov 2017, але за видовим складом відмінні, в екологічному плані – значно ксерофітизовані. Наводимо синтаксономічну приналежність описаних на Чернігівському

Поліссі угруповань з домінуванням *Petasites spurius*.

Клас *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951

Порядок *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969

Союз *Convolvulo arvensis-Agropyron repentis* Görs 1967

Ас. *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco.

**Номенклатурний тип** (var. hoc loco): синтаксон описано на території Чернігівського Полісся.

**Діагностичний вид:** *Petasites spurius*.

**Екологія:** рудеральні ксерофітні угруповання з мінливим режимом зволоження та освітлення на піщаних та супіщаних ґрунтах, а також порушених ектопах на берегах річок.

**Хорологія:** малопоширені угруповання, достовірно відомі для Чернігівського Полісся.

У Німеччині фітоценози за участю *Petasites spurius* знаходяться під охороною (Berg et al., 2014), а біотопи 1230 та 2120 на дюнних пісках з таким видом занесені до Додатку 1 Оселищної директиви (European commission, 2013). Описана нами в Україні асоціація належить до рудеральної рослинності, що формується на алювіальних пісках. Необхідне проведення подальших досліджень з виявлення угруповань за участю *P. spurius*, що дозволить збагатити та уточнити фітосоціологічні відомості, порівнюючи одержані дані з наявними описами фітоценозів зі всього ареалу виду.

## Висновки

Під час геоботанічного дослідження псамофітної рослинності Чернігівського Полісся (Україна) та опрацювання зібраного матеріалу в ході кластерного аналізу було виокремлено окремий блок геоботанічних описів, що відзначалися високою спільною фітоценотичною участю *Petasites spurius* (Retz.) Reichenb. Такі описи було виконано по алювіальним берегам річок території досліджень. Значну участь у формуванні цих угруповань беруть типові види класу *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951. Тому асоціацію *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco віднесено до союзу *Convolvulo arvensis-Agropyron repentis* Görs 1967 порядку *Agropyretalia intermedio-repentis* T. Müller et Görs 1969 цього класу.



Таблиця 1

Угруповання асоціації *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Площа, м <sup>2</sup>	4	4	16	10	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Трав'яний ярус, %	90	95	64	78	66	82	50	45	75	50	60	58	46	25	32	55	47	40	61	64	53	60	55	61	59
<b>Характерний і діагностичний вид асоціації <i>Petasitetum spurii</i> Steffen 1931 var. hoc loco</b>																									
<i>Petasites spurius</i>	90	94	55	69	60	62	45	42	55	43	56	40	39	22	19	38	40	32	55	45	40	55	36	40	33
<b>Характерні та діагностичні види союзу <i>Convolvulo arvensis-Agrophyron repentis</i> Görs 1967 та порядку <i>Agropyretalia intermedio-repentis</i> T. Müller et Görs 1969</b>																									
<i>Bromopsis inermis</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	.	.	1	.	.	1	+	.	1	.	+	+	.	.	1	2	.	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elytrigia intermedia</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	1	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.
<i>Elytrigia repens</i>	+	.	.	+	1	1	2	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	1	1	.	.	.	1
<i>Poa angustifolia</i>	1	.	+	+	.	2	1	2	2	.	1	.	+	.	1	+	.	.	.	+	.	.	1	1	.
<b>Характерні та діагностичні види класу <i>Artemisietea vulgaris</i> Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951</b>																									
<i>Artemisia absinthium</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Carduus acanthoides</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carduus crispus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elytrigia repens</i>	+	.	.	+	1	1	2	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	1	1	.	.	.	1
<i>Melilotus officinalis</i>	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Інші види</b>																									
<i>Xanthium album</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	2	2	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Xanthium strumarium</i>	+	1	+	.	.	1	+	1	.	1	2	2	2	+	2	.	.	.	.	2	2	2	+	+	2
<i>Conyza canadensis</i>	+	1	+	1	.	.	.	+	1	1	2	2	1	1	3	2	1	.	1	2	+	.	.	+	.
<i>Portulaca oleracea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gypsophila fastigiata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum densiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Продовження табл. 1

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Setaria pumila</i>	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	1	1	+	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.
<i>Herniaria glabra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxybasis rubra</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Salix daphnoides subsp. acutifolia</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Populus nigra</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	+	+	.
<i>Eragrostis suaveolens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	1	+	.	.	.	.	.	1	+	+	+	2

**Примітки: Номер опису, дата виконання, місце виконання, автори:**

- 1 – 29.06.2020; Чернігівська обл., околиці с. Ушня, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 2 – 29.06.2020; Чернігівська обл., околиці с. Ушня, берег р. Десни; Лукаш О.В.
- 3 – 29.06.2020; Чернігівська обл., околиці с. Ушня, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 4 – 10.09.2021; Чернігівська обл., між с. Киселівка та с. Брусилів, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 5 – 10.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Брусилів, берег р. Десни; Лукаш О.В.
- 6 – 16.08.2021; Чернігівська обл., м. Чернігів, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 7 – 16.08.2021; Чернігівська обл., м. Чернігів, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 8 – 10.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Киселівка, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 9 – 18.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Шестовиця, берег р. Десни; Данько Г.В., Лукаш О.В.
- 10 – 27.07.2019; Чернігівська обл., околиці с. Смолин, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 11 – 11.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Макошино, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 12 – 11.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Макошино, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 13 – 11.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Макошино, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 14 – 11.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Макошино, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 15 – 11.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Макошино, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 16 – 12.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Мале Устя, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 17 – 11.07.2020; Чернігівська обл., околиці смт. Сновськ, берег р. Снов; Данько Г.В.
- 18 – 11.07.2020; Чернігівська обл., околиці с. Єнькова Рудня, берег р. Снов; Данько Г.В.
- 19 – 07.08.2019; Чернігівська обл., околиці с. Піщанка, берег р. Снов; Данько Г.В.
- 20 – 10.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Моргуличі, місце вибору піску; Данько Г.В.
- 21 – 13.09.2021; Чернігівська обл., між с. Пекарів та смт. Сосниця, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 22 – 13.09.2021; Чернігівська обл., між с. Пекарів та смт. Сосниця, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 23 – 10.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Боромики, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 24 – 10.09.2021; Чернігівська обл., околиці с. Боромики, берег р. Десни; Данько Г.В.
- 25 – 02.07.2020; Чернігівська обл., околиці с. Гориця, берег р. Десни; Данько Г.В.

## References

- Banásová, H., Ořahel'ová, H., Jarolímek, I., Zaliberová, M., & Husák, Š. (1994). Morava river floodplain vegetation in relation to limiting ecological factors. *Ekológia*, (13), 247–262.
- Berg, C., Abdank, A., Isermann, M., Jansen, F., Timmermann, T., & Dengler, J. (2014). Red Lists and conservation prioritization of plant communities – a methodological framework. *Applied Vegetation Science*, 17(3), 504–515. <https://doi.org/10.1111/avsc.12093>
- Biondi, E., Blasi, C., Allegrezza, M., Anzellotti, I., Azzella, M. M., Carli, E., Casavecchia, S., Copiz, R., Del Vico, E., Facioni, L., Galdenzi, D., Gasparri, R., Lasen, C., Pesaresi, S., Poldini, L., Sburlino, G., Taffetani, F., Vagge, I., Zitti, S., & Zivkovic, L. (2014). Plant communities of Italy: The Vegetation Prodrome, *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology: Official Journal of the Societa Botanica Italiana*, (148)4, 728–814, <https://doi.org/10.1080/11263504.2014.948527>
- Bulokhov, A. (2017). Pioneer communities of the Desna River floodplain in the Southern Non-Black Earth Region of Russia. *News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 19(2), 183–190. (in Russian)  
Булохов А. Пионерные сообщества поймы реки Десны в Южном Нечерноземье России. *Известия Самарского НЦ РАН*. 2017. Т. 19, № 2. С. 183–190.
- Dengler, J., Berg, C., Eisenberg, M., Isermann, M., Jansen, F., Koska, I., Löbel, S., Manthey, M., Pätzolt, J., Spangenberg, A., Timmermann, T., & Wollert, H. (2003). New descriptions and typifications of syntaxa within the project «Plant communities of Mecklenburg-Vorpommern and their vulnerability» – Part I. *Feddes Repertorium*, 114(78), 587–631. <https://doi.org/10.1002/fedr.200311017>
- Dengler, J., Löbel, S., & Dolnik, C. (2009). Species constancy depends on plot size – a problem for vegetation classification and how it can be solved. *J. Vegetation Science*, (20), 754–766. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01073.x>
- Desjardins, S. D., Hoare, A. G., & Stace, C. A. (2016). A new natural hybrid in the genus *Petasites*: *P. japonicus* × *P. pyrenaicus* (*Asteraceae*). *New Journal of Botany*, 6(2-3), 64–70. <https://doi.org/10.1080/20423489.2016.1271383>
- Dobrochaeva, D. N., Kotov, M. Y., Prokudyn, Yu. N., Barbarych, A. Y., Chopyk, V. Y., Protopopova, V. V., Moroziuk, S. S., Dubovyk, O. N., Zyman, S. N., Sheliakh-Sosonko, Yu. R., Miakushko, T. Ya., Zaverukha, B. V., Katyna, Z. F., Skrypnyk, N. P., Krytskaia, L. Y., Lypa, A. L., Mrynskyi, O. P., Alekseev, Yu. E., Skvortsov, A. K., ... Ornst, E. Y. (1987). Key to higher plants of Ukraine. *Nauk, dumka*. (in Russian)  
Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева и др. Киев: Наукова думка, 1987. 548 с.
- Dubyna, D. V., Dziuba, T. P., Iemelianova, S. M., & Davydov, D. A. (2016). Contemporary state and actual tasks of protection of pioneer vegetation in Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 73(1), 11–20. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj73.01.011>
- Dubyna, D., Dziuba, T., Iemelianova, S., Davydov, D., Vynokurov, D., Kuzemko, A. A., Pashkevych, N., Kozyr, M. S., Iakushenko, D., Borsukevych, L., Fitsailo, T., Dvoretzkyi, T., Didukh, Y., Chorney, I. I., & Sheliakh-Sosonko, Y. (2019). *Prodrome of the vegetation of Ukraine*. Naukova dumka.
- Edwards, P. J., Kollmann, J., Gurnell, A. M., Petts, G. E., Tockner, K., & Ward, J. V. (1999). A conceptual model of vegetation dynamics on gravel bars of a large Alpine river. *Wetlands Ecology and Management*, 7(3), 141–153. <https://doi.org/10.1023/a:1008411311774>
- Ellenberg, H., Ellenberg, H. H., & Strutt, G. K. (2009). *Vegetation Ecology of Central Europe*. Cambridge University Press.

- European Commission DG Environment. (2013). Interpretation Manual of EU Union Habitats – EUR28. <https://circabc.europa.eu/ui/>
- Finlayson, C. (2019). *Europe*. Pressbooks Create – Your partner in open publishing. <https://pressbooks.pub/worldgeo/chapter/europe/>
- GBIF.org (2023), GBIF Home Page. Available from: <https://www.gbif.org> [10 December 2023].
- Golovanov, Ya. M., & Abramova, L. M. (2012). Vegetation of Salavat town (Bashkortostan Republic). III. Synantropie vegetation (classes *Bidentetea tripartitae*, *Stellarietea mediae* and *Artemisietea vulgaris*). *Vegetation of Russia. St. Petersburg*, (21), 34–65.
- Jarolímek, I., Sibik, J., Hegedušová, K., Janišová, M., Kliment, J., Kučera, P., Májeková, J., Michálková, D., Sadloňová, J., Svitková, I., Škodová, I., Tichý, L., Uhlířová, J., Ujházy, K., Ujházyová, M., Valachovič, M., & Zaliberová, M. (2008). *Diagnostic, constant and dominant species of the higher vegetation units of Slovakia*. Veda.
- Kottek, M., Grieser, J., Beck, C., Rudolf, B., & Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15(3), 259–263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Krawczyk, R. (2015). Xeric grasslands communities of the lower San river floodplain. *Acta Botanica Silesiaca*, 11. 21–54.
- Láníková, D., Kočí, M., Sádlo, J., Šumberová, K., Hájková, P., Hájek, M., & Petřík, P. (2009). Nitrofilní vytrvalá vegetace vlhkých a mezických stanovišť (Galio-Urticetea). Nitrophilous perennial vegetation of wet to mesic habitats. – In: Chytrý M. (ed.), *Vegetace České republiky. 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace* [Vegetation of the Czech Republic 2. Ruderal, weed, rock and scree vegetation], p. 290–378, Academia, Praha.
- Lanko, A. I., Marynych, O. M., & Shcherban, M. I. (1969). *Physical geography of the Ukrainian SSR*. Soviet school. (in Ukrainian)  
Ланько А. І., Маринич О. М., Щербань М. І. Фізична географія Української РСР. Київ: Радянська школа, 1969. 268 с.
- Lukash, O. V. (2008a) Florocomplex of artificially washed sands in the floodplain of the Desna River: formation and current state. *Ukrainian Botanical Journal*, 65(6), 863-870. (in Ukrainian)  
Лукаш О. В. Флорокомплекс штучно намитих пісків у заплаві р. Десни: формування і сучасний стан. *Український ботанічний журнал*. 2008. Т. 65, № 6. С. 863–870.
- Lukash, O. V. (2008b) *The flora of the Eastern Polesie vascular plants: the history of the study, conspectus*. Phytosociocenter. (in Ukrainian)  
Лукаш О. В. Флора судинних рослин Східного Полісся: історія дослідження, конспект. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 436 с.
- Lukash, O., & Danko, H. (2020). The vegetation of sands in the Chernihiv city (Ukraine). *Studia Quaternaria*, 37(1), 31–44.
- Marinich, A., Grodzinsky, A., Zaitsev, Y., Ridiculous, B., Sytnik, K., Protsenko, D., Romanenko, V., Topachevsky, V., Chekunov, A., Shnyukov, E., Shcherbak, N., & Shcherban, M. (Eds). (1985). *Landscapes and physical geographical zones*. Naukova Dumka. Kyiv. (in Russian)  
Ландшафты и физико-географические зоны / А. Маринич та ін.; ред. М. Щербань. Наукова думка, 1985. Киев. 242 с.
- Matuszkiewicz, W. (2012). *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski* (3rd ed.). Wydawnictwo Naukowe PWN.

- Mucina, L., Büültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., García, R. G., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F. J. A., Bergmeier, E., Guerra, A. S., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J. H. J., Lysenko, T., Didukh, Y. P., Pignatti, S., Rodwell, J. S., Capelo, J., Weber, H. E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S. M., & Tichý, L. (2016). Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19(S1): 3–264. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/avsc.12257>
- Nilsson, C. (1987). Distribution of Stream-Edge Vegetation Along a Gradient of Current Velocity. *The Journal of Ecology*, 75(2), 513. <https://doi.org/10.2307/2260430>
- Ożarowski, M., Przystanowicz, J., & Adamczak, A. (2013). Phytochemical, pharmacological and clinical studies of *Petasites hybridus* (L.) P. Gaertn., B. Mey. & Scherb. *A review. Herb. Pol.*, 59(4), 108.
- Protopopova, V. V. (1991). *Synanthropic flora of Ukraine and ways of its development*. Nauk. dumka. (in Russian)  
Протопопова В. В. Синантропная флора Украины и пути ее развития. Киев: Наук. думка, 1991. 204 с.
- Roleček, J., Tichý, L., Zelený, D., & Chytrý, M. (2009). Modified TWINSpan classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20(4), 596–602. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- Shakleina, M. N. (2021). Environmental assessment of *Petasites spurius* (Retz.) Reichb. in various habitats of the southern taiga subzone in Kirov oblast. *Problems of botany in Southern Siberia and Mongolia*, 20(1), 492–495. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2021098>
- Shakleina, M., & Savinykh, N. (2021). Life strategies of plants of meander bars. *BIO Web of Conferences*, 38. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800113>
- Taran, G., Turin, V., & Diachenko, A. (2018). About two associations of the Ob River alluvial vegetation, Tomsk Region. *Phytodiversity of Eastern Europe*, 12(2), 153–169.  
Таран Г., Тюрин В., Дьяченко А. О двух ассоциациях аллювиальной растительности реки Оби (Томская область). *Фиторазнообразие Восточной Европы*. 2018. Т. 12, № 2. С. 153-169.
- Toman, J. (1972). A taxonomic survey of the genera *Petasites* and *Endocellion*. *Folia Geobot. Phytotax.*, 7(4), 381–406.
- Tys, J., Szopa, A., Lalak, J., Chmielewska, M., Serefko, A., & Poleszak, E. (2015). A botanical and pharmacological description of petasites species. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences*, 28(3), 151–154. <https://doi.org/10.1515/cipms-2015-0062>
- Uziębło, A., & Barć, A. (2015). Alluvial Gravel Bars as an Example of Habitat of the Widest Ecological Spectrum in the Mountain Regions – A Case of Carpathians, Southern Poland. *Ecologia Balkanica*, 7(1), 1–11.
- Uziębło, A., & Ciapała, S. (2006). Floristic and ecological diversity of the alluvial vegetation in the Babia Góra Mt. massive. *Ochrona Beskidów Zachodnich*, (1), 93–104.
- Weather West End – Meteoblue. Meteoblue. Retrieved December 14, 2023, from <https://www.meteoblue.com>
- Yakubenko, B. E., Popovych, S. Yu., Ustymenko, P. M., Dubyna, D. V., & Churilov, A. M. (2018). *Geobotany: methodological aspects of research: textbook*. Lira K. (in Ukrainian)  
Якубенко Б. Є., Попович С. Ю., Устименко П. М., Дубина Д. В., Чурилов А. М. Геоботаніка: методичні аспекти досліджень. навчальний посібник. Київ: Ліра К, 2018. 316 с.
- Zeleny, D. (2021). twinspanR: Two-way Indicator Species Analysis (and its modified version) in R. R package version 0.22.

Received: 17.12.2023. Accepted: 26.12.2023. Published: 19.01.2024.

Ви можете цитувати цю статтю так:

Данько Г., Лукаш О. *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco – новий Для України синтаксон з Чернігівського Полісся. *Biota, Human, Technology*. 2023. №3. С. 8–22.

Cite this article in APA style as:

Danko, H., & Lukash, O. (2023). New for Ukraine *Petasitetum spurii* Steffen 1931 var. hoc loco Syntaxon from the Chernihiv Polesie. *Biota, Human, Technology*, 3, 8–22. (in Ukrainian)

#### Information about the authors:

**Danko H.** [*in Ukrainian: Данько Г.*] <sup>1</sup>, Ph.D. student, email: hanna.danko@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2023-8369 Scopus Author ID: 57216705033

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

**Lukash O.** [*in Ukrainian: Лукаш О.*] <sup>2</sup>, Dr. of Biol. Sc., Prof., email: lukash2011@ukr.net

ORCID: 0000-0003-2702-6430 Scopus-Author ID: 57202369398

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

<sup>1</sup>Study design, data collection, statistical analysis, manuscript preparation.

<sup>2</sup> Study design, data collection.

UDC 582.475:595.768.2:712.253(477.51-25)

*Володимир Свєрдлов, Юрій Карпенко, Світлана Потоцька***СТАН СОСНОВИХ УГРУПОВАНЬ  
НА ТЕРИТОРІЇ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «ЯЛІВЩИНА»  
ТА ВПЛИВ НА НИХ КОРОЇДІВ***Volodymyr Sverdlov, Yuriy Karpenko, Svitlana Pototska***THE STATE OF PINE COMMUNITIES  
ON THE TERRITORY OF THE REGIONAL LANDSCAPE PARK «YALIVSHCHYNA»  
AND THE INFLUENCE OF BARK BEETLES ON THEM**

DOI: 10.58407/bht.3.23.2

**АНОТАЦІЯ**

Лісові екосистеми природо-заповідних об'єктів у межах урботериторій є недостатньо вивченими в сучасній науці й потребують подальших досліджень. Соснові насадження міських зелених зон є найбільш важливим і дієвим засобом у формуванні мікроклімату, а також екологічно стабілізуючим чинником загалом.

Масове розмноження й розповсюдження на значні території стовбурових шкідників на деревах *Pinus sylvestris* L. під впливом комплексу екологічних факторів, є одним із значних, що порушують структуру лісових екосистем. Нами встановлено, що у всиханні соснових насаджень територій Чернігівського Полісся, а саме регіонального ландшафтної парку «Ялівщина» (далі - парк) відіграють провідну роль шкідники родини *Ipidae*. Вони заселяють ослаблені дерева, внаслідок природно-кліматичних змін і надмірного антропогенного навантаження.

**Мета.** На основі узагальненого аналізу сучасного стану соснових угруповань на території РЛП «Ялівщина» навести характеристику соснових угруповань території дослідження; з'ясувати вплив на них стовбурових шкідників родини *Ipidae*, визначити показники стану дерев *Pinus sylvestris*, особливостей популяцій шкідників на ділянках ослаблених природними чинниками та антропогенними впливами; розробити обґрунтування методів боротьби з стовбуровими шкідниками соснових насаджень Чернігівського Полісся.

**Методологія.**

Стовбурові шкідники за часом заселення деревостану розподілено на дві фенологічні групи (весняну й літню). З найрозповсюдженіших стовбурових шкідників, у весняну групу входять: *Tomicus minor* Hart., *Ips acuminatus* Gyll., *Ips sexdentatus* Voern., *Ips typographus* L. Літню фенологічну групу становлять вторинні й сестринські покоління верхинного короїда, короїда-стенографа та короїда-типографа. Детальний нагляд проводять від моменту виявлення спалаху масового розмноження до його повного загасання внаслідок загибелі або оздоровлення соснових насаджень. Використання феромонів для нагляду є доцільним у загальній системі виявлення осередків стовбурових шкідників лісу й контролю за їх розвитком. Оскільки феромони є біологічно активними речовинами, є небезпека спровокувати за їх допомогою виникнення нових осередків, а тому їх варто застосовувати суворо відповідно до інструкцій й рекомендацій.

**Наукова новизна.** На підставі проведених власних моніторингових досліджень та аналізу, уперше показано результати практичного застосування комплексних технологічних, біотехнічних і природоохоронних заходів боротьби зі стовбуровими шкідниками соснових насаджень на природно-заповідних територіях у межах міських екосистем. Нами доведено, що для збереження екологічної стійкості соснових насаджень території Чернігівського Полісся, зокрема і РЛП «Ялівщина» (м. Чернігів) та зменшення негативного впливу комах-ксилофагів, необхідно запроєктувати й використовувати профілактичні й біологічні методи боротьби з стовбуровими шкідниками хвойних порід.

**Ключові слова:** соснові насадження, *Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*, феромонний моніторинг, Чернігівське Полісся, регіональний ландшафтний парк «Ялівщина», м. Чернігів

## ABSTRACT

Forest ecosystems of nature reserve objects within urban territories are insufficiently studied in modern science and require further research. Pine plantations in urban green zones are the most important and effective means of microclimate formation, as well as an ecologically stabilizing factor in general. Mass reproduction and spread over large areas of trunk pests on *Pinus sylvestris* L. trees under the influence of a complex of environmental factors is one of the significant factors that disrupt the structure of forest ecosystems. We have established that pests of the *Ipidae* family play a leading role in the drying of pine plantations in the territories of Chernihiv Polesie, namely the regional landscape park «Yalivshchyna» (hereinafter - the park). They inhabit weakened trees as a result of natural and climatic changes and excessive anthropogenic stress.

**The aim of study.** On the basis of a generalized analysis of the current state of pine communities on the territory of the Yalivshchyna RLP, describe the characteristics of pine communities in the study area; to find out the impact of trunk pests of the *Ipidae* family on them, to determine indicators of the condition of *Pinus sylvestris* trees, characteristics of pest populations in areas weakened by natural factors and anthropogenic influences; to develop a rationale for methods of combating stem pests of pine plantations in Chernihiv Polesie.

**Methodology.** Stem pests are divided into two phenological groups (spring and summer) according to the time of their settlement. Among the most widespread trunk pests, the spring group includes: *Tomicus minor* Hart., *Ips acuminatus* Gyll., *Ips sexdentatus* Boern., *Ips typographus* L. The summer phenological group consists of secondary and sister generations of the top bark beetle, the short bark beetle and the typographer bark beetle. Detailed supervision is carried out from the moment of detection of an outbreak of mass reproduction until its complete extinction due to the death or recovery of pine plantations. The use of pheromones for surveillance is expedient in the general system of detecting foci of forest stem pests and controlling their development. Since pheromones are biologically active substances, there is a danger of provoking the emergence of new cells with their help, and therefore they should be used strictly in accordance with the instructions and recommendations.

**Scientific novelty.** On the basis of our own monitoring studies and analysis, the results of the practical application of complex technological, biotechnical and environmental protection measures to combat stem pests of pine plantations in nature-reserved areas within urban ecosystems are shown for the first time. We have proven that in order to preserve the ecological stability of pine plantations in the territory of Chernihiv Polesie, in particular, RLP «Yalivshchyna» (Chernihiv) and reduce the negative impact of xylophagous insects, it is necessary to design and use preventive and biological methods of combating trunk pests of conifers.

**Key words:** pine plantations, *Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*, pheromone monitoring, Chernihiv Polesie, regional landscape park «Yalivshchyna», Chernihiv

### Постановка проблеми

Короїди (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*) є складовими лісових екосистем і заселяють ослаблені різною мірою хвойні дерева, переважно види роду *Pinus* L. Фактори впливу на лісові екосистеми (посуха, вітровали, пожежі або надмірне антропогенне навантаження) збільшують кількість ослаблених дерев, що створює умови для розмноження *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus* (Andreyeva, 2019). У міру розвитку спалаху короїдів потомству не вистачає доступних для заселення дерев, і осередок згасає унаслідок міграції частини популяції й відпаду особин на різних стадіях конкуренції, діяльності ентомофагів, а іноді й під впливом певних природно-кліматичних умов. Останнім часом, унаслідок зміни клімату й зростання антропогенного навантаження, у лісових ценозах збільшилася кількість дерев, які є придатними для заселення короїдами, а зміна клімату сприяє прискоренню розвитку комах-шкідників, та їх переваги в заселенні, зокрема видів, які

спроможні розвиватися у декількох поколіннях на рік. Ці види (*Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*) можуть заселяти дерева *Pinus sylvestris* впродовж майже всього вегетаційного періоду, а також ослаблюють їх під час додаткового живлення та внаслідок перенесення фітопатогенних організмів (Dyadchko, 1990).

Проблема короїдного всихання хвойних насаджень є у центрі певної уваги науковців при прагненні до її вирішення. Еколого-кліматичні чинники сприяють масовому розмноженню і, як результат, збільшенню популяційних показників шкідливих комах. Зі свого боку насадження *Pinus sylvestris*, ослаблені під дією високих температур та інших чинників, зазнають руйнівного впливу і є достатньою харчовою базою для шкідників хвойних видів (Andreyeva et al., 2016).

Питання боротьби зі стовбуровими шкідниками хвойних насаджень на територіях природно-заповідного фонду є одним із важливих аспектів збереження їх екологічного потенціалу й відповідного стану. Санітарний



стан насаджень *Pinus sylvestris* території парку починаючи з 2015 року поступово погіршується, але його пояснювали спочатку негативним впливом кліматичних чинників, що посилювалися іншими факторами різної природи. Але проблеми масового всихання хвойних угруповань від дії стовбурових шкідників мають масштабніший характер.

Вивчення особливостей пошкоджень шкідниками видів відділу *Pinophyta*, динаміки їх чисельності й поширення видів були висвітлені у ряді наукових публікацій як українських, так і закордонних фахівців у цій сфері, зокрема В.Л. Мешкова, М.М. Падій, М.М. Римський-Корсаков, П.А. Гайченя, Е.Г. Мозолевська, Б. Дж. Бенц, Р. Лінаковскі, Е. Крістіансен, Б. Вермелінгер, Ю. Ямаока, Дж. Мюллер, Дж.А. Баєрс, Т. Нома (Jaime et al., 2019). Шевирьов І.Я., Воронцов О.І., український ентомолог Мокрежецький С.О. вивчали життєві цикли комах-шкідників і розробляли засоби захисту (Andreyeva..., 2019). Значний внесок у вивчення біології і екології комах-шкідників зробив український ентомолог М.С. Грезе (Greze, 1936), який досліджував діяльність комах-листогризів, які впливають на приріст деревини, випробував хімічні методи боротьби з жуками-короїдами. Грезе М.С. одним із перших ентомологів у 1939 році розпочав дослідження штучних лісів та лісових смуг на пісках у Нижньому Придніпров'ї. Результатом глибокого вивчення особливостей розвитку й розмноження стовбурових шкідників хвойних порід дерев на фоні сучасних еколого-кліматичних змін є дослідження закордонних науковців Б.Дж. Бенц, Р. Лінаковскі, Е. Крістіансен, Б. Вермелінгер, Ю. Ямаока, Дж. Мюллер, Дж.А. Баєрс, Т. Нома (Jaime et al., 2019).

Отже, для збереження екологічної стійкості соснових насаджень й визначення методів боротьби зі стовбуровими шкідниками, необхідно дослідити особливості розвитку популяцій цієї групи шкідників, їх поширення, розселення, поведінку, особливості харчування імаго різних поколінь й генерацій за результатами стаціонарного нагляду, феромонного моніторингу.

Нами визначено основні завдання:

1) вивчення особливостей розвитку популяцій шкідників групи короїдів, їх поширення й розселення, поведінку, особли-

вості харчування імаго різних поколінь й генерацій за період 2017-2023 рр.;

2) аналіз феромонного моніторингу за шкідниками *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*, хвойних порід дерев та їх природними ворогами у межах Чернігівського Полісся на прикладі парку (2019-2020 рр.);

3) визначення причин розширення кормової бази шкідливих комах (2018-2023 рр.);

4) проектування профілактичних методів боротьби з головними стовбуровими шкідниками дерев *Pinus sylvestris* задля збереження їх екологічного потенціалу (2020-2023 рр.).

Сучасний стан та лісопатологічна, центична ситуація, що склалася із всиханням соснових насаджень на території парку та Полісся в цілому, може призвести до таких негативних змін, а саме: зменшення чистих соснових насаджень з *Pinus sylvestris*; зниження показників загальної повноти деревостанів. Але за умови збереження тенденцій всихання відбудеться в майбутньому зміна складу та вікової структури деревостанів лісових екосистем (Zavada, 2010).

#### Матеріали та методи дослідження

Польові дослідження стану соснових насаджень парку проводилися у період 2017-2023 рр. Для обґрунтування особливостей розвитку популяцій короїдів, одержання об'єктивних кількісних даних, що відображають стан пошкоджених насаджень, динаміку чисельності шкідників, застосовувалися методи рекогносцирувального лісопатологічного обстеження, стаціонарного нагляду, детального обстеження осередків стовбурових шкідників у межах функціональних зон парку, його соснових екотопів (Zavada, 2007). Також були використані маршрутно-польові та напівстаціонарні методи, обстеження функціональних зон парку та різних лісових ценозів – екологічних умов зростання.

Під час проведення лабораторно-польових досліджень з метою встановлення чисельності жуків-короїдів і періодів льоту протягом вегетаційного періоду 2019-2020 рр. (з квітня по жовтень) застосовувалася методика «ловчих (модельних) дерев» (Zavada, 2010) і розвішування «феромонних пасток» IBL-3 (феромонний диспенсер *Ipsodor*).

При визначенні стану деревостанів *Pinus sylvestris* використано «Санітарні правила» (без ознак ослаблення – дерева I категорії; ослаблені – II; дуже ослаблені – III; відмираючі – IV; свіжий сухостій V; старий сухостій – VI) (On Approval..., 1995).

Під час застосування цих методів здійснювався масовий збір матеріалу у вигляді імаго шкідників, що призвело до часткової локалізації осередку на території дослідження.

### Результати дослідження

Територія РЛП «Ялівщина» (площа – 168,7 га) знаходиться в північно-східній частині міста Чернігова. Визначається своєрідними орографічними і ґрунтово-гідрологічними умовами, значним антропогенним і рекреаційним навантаженням, що сприяло формуванню різноманітних екотопів і біоценозів, переважно лісового типу. Згідно геоботанічного районування територія парку належить до Чернігівсько-Сосницького району дубово-соснових і дубових лісів та справжніх лук Лівобережнополіського (Чернігівсько-Новгород-Сіверського) округу, Поліської підпровінції, Східноєвропейської провінції, Європейської широколистянолісової області. Основна частина лісових угруповань знаходиться на надзавпавній терасі лівого берега річки Стрижень, де вони формуються на дерново-підзолистих ґрунтах з піщаною основою (Karpenko et al., 2022).

За кількісними показниками на території РЛП «Ялівщина» переважають хвойні й мішані ліси з *Pinus sylvestris*, *Acer platanoides* L., *Betula pendula* L., *Robinia pseudoacacia* L. (штучні насадження з часу існування ботанічного саду) та *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill. та ін. (Karpenko et al., 2022).

Серед соснових ценозів на території парку переважають середньовікові культури *Pinus sylvestris* (20 тис. особин). На незначній площі трапляються старі природні ділянки, які представлені угрупованнями сосняків злакових, фрагментарно соснових зеленомохових, за участі в трав'яному ярусі ряду злаків *Agrostis tenuis* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Elytrigia repens* (L.) Gould, що визначається значним рекреаційним навантаженням. На невеликих площах трапляються фрагментарно ценози асоціації *Pinetum pteridiosum (aquilini)*, а на окремих природних ділянках спостерігається вторгнення інтродукованої *Robinia pseudoacacia* L. (Karpenko et al., 2022).

З осені 2017 року на території дослідження нами зафіксовано ураження соснових насаджень представниками видів *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*, що визначалися всиханням ослаблених особин *Pinus sylvestris*. Серед ознак ураження дерев соснових насаджень: хвоя стає блідою, потім жовтою й коричневою; з'являються невеликі круглі отвори в корі; наявність бурового борошна біля стовбурів та опалих гілок під деревом.

У результаті аналізу таксаційних характеристик соснових насаджень, що загинули внаслідок пошкодження стовбуровими шкідниками з групи короїдів, нами фіксувалося, що найбільше пошкоджувалися високобонітетні монокультурні соснові ценози віком 60-80 років, що зростали на добре освітлених підвищеннях, частково сухих. Під час обстеження було відмічено ділянки насаджень, які пошкодженні *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*, що викликало поступову деградацію соснових насаджень й формування сухостою (таблиця 1).

Таблиця 1

### Результати моніторингу уражених сосняків видами короїдів (*Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*) за період 2018-2023 рр.

Рік дослідження	Кількість пошкоджених дерев <i>Pinus sylvestris</i> , особин
2018	750
2019	135
2020	75
2021	83
2022	моніторинг не проводився
2023	144

За результатами обстеження соснових насаджень території дослідження нами встановлено, що найбільше пошкоджень дерев (750 особин) зафіксовано в 2018 р., менші показники спостерігалися у 2020-2021 рр. (75; 83 особини). У зв'язку з війною в Україні, зокрема з активними бойовими діями на території м. Чернігова в 2022 р., коли була заборона на відвідування природних територій, моніторингові дослідження не проводилися. Кількісні показники 2019-2023 рр. менші в порівнянні з 2018 р. Але в 2023 р. нами зафіксовано нові пошкодження соснових насаджень на території парку.

Отже, дерева *Pinus sylvestris* парку зростають у значно змінених, сильно антропогенізованих лісорослинних умовах, про що свідчить аналіз комплексу характеристик місцезростань й фактичного стану рослинності в цілому. Під час обстеження нами було визначено ділянки в парку, які пошкодженні *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*, що викликало поступову деградацію соснових насаджень й формування сухостою.

Для проведення моніторингу (контролю за популяціями шкідливих і корисних комах, станом насаджень, поширенням осередків) за станом голонасінних насаджень на території парку закладено три постійні моніторингові ділянки (згідно вимог, поряд з осередками стовбурових шкідників або у міжосередковому просторі), які мають площу 0,25 га, 0,15 га, 0,15 га відповідно до їх порядкових номерів.

**Постійна моніторингова ділянка №1, (площа 0,25 га):** визначено, що склад насадження – 10 Сзв (*Pinus sylvestris*), вік 80 років, повнота 0,60, бонітет – I, середня висота – 22 м, середній діаметр – 20 см. При проведенні обстеження нами виявлено відмирання та всихання дерев у наслідок ураження *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*, ступінь ураження слабкий, характер розповсюдження куртинний.

Згідно розрахунків кількісних показників популяцій, що наведені у таблиці 2, нами визначено, що висока щільність поселення й енергія розмноження короїдів (верхівкового та стенографа), вказує на стадію нарощування чисельності популяції. Нами відзначено, що ураженню стовбуровими шкідниками сприяє ослаблення внаслідок розвитку інфекційних захворювань (соснова

губка), облямований трутовик та їх характерні ознаки діяльності, яких визначені при обстеженні плодкових тіл. На розповсюдження інфекційних захворювань, стовбурових шкідників у соснових насадженнях мають вплив зміни клімату, посухи, високі температури, сніголами та ряд інших.

Згідно розрахунків кількісних показників популяцій (табл. 2.) визначено, що висока щільність поселення *Ips sexdentatus* у товстій корі (моніторингова ділянка № 1 (далі №1, 2, 3): 22,55 шт./дм<sup>2</sup>; №3 – 20,60 шт./дм<sup>2</sup>; №2 – 14,85 шт./дм<sup>2</sup>); у тонкій корі *Ips acuminatus* (№3 – 7,05 шт./дм<sup>2</sup>; №2 – 6,45 шт./дм<sup>2</sup>; №1 – 5,05 шт./дм<sup>2</sup>).

Енергія розмноження короїдів *Ips sexdentatus* в товстій корі дерева моніторингова ділянки №1 – 3,51 шт.; №3 – 3,24 шт.; №2 – 2,31 шт. та *Ips acuminatus* в тонкій корі дерев моніторингової ділянки №2 – 1,84 шт.; №1 – 1,47 шт.; №3 – 1,36 шт., що вказує на стадію нарощування чисельності популяції.

Заселення шкідниками *Ips sexdentatus* зафіксовано нами в товстій корі (моніторингова ділянка № 1 – 451 шт.; №2 – 297 шт.; №3 – 412 шт.) найбільше на ділянці №1, 3. У тонкій корі нами визначено заселення *Ips acuminatus* (№ 1 – 101 шт.; №2 – 129 шт.; №3 – 141 шт.) найбільші показники на ділянці № 3.

Короїдний приріст *Ips sexdentatus* в товстій корі: моніторингова ділянка № 1 – 1583 шт.; № 2 – 686 шт.; № 3 – 1335 шт.; та *Ips acuminatus* у тонкій корі: моніторингова ділянка № 1 – 148 шт.; № 2 – 237 шт.; № 3 – 192 шт.

Показники продукції *Ips sexdentatus* у товстій корі дерев *Pinus sylvestris* на ділянці №1 – 79,15 шт./дм<sup>2</sup>; №3 – 66,75 шт./дм<sup>2</sup>; №2 – 34,30 шт./дм<sup>2</sup>, а *Ips acuminatus* у тонкій корі на ділянці №2 – 11,85 шт./дм<sup>2</sup>; №3 – 9,60 шт./дм<sup>2</sup>; №1 – 7,40 шт./дм<sup>2</sup>. (Vysnovok..., 2018)

За фізіологічним станом дерева *Pinus sylvestris* віднесено до категорії II, III, IV, V, VI (табл. 3., рис. 1-3.). Найбільше фіксувалося дерев *Pinus sylvestris*, які віднесено до III категорії за фізіологічним станом у трьох моніторингових ділянках.

Таблиця 2

## Аналіз короїдних моделей

№ постійної моніторингової ділянки	Видова назва модельного дерева	Категорія фізіологічного стану дерев	Зона заселення, вид шкідника	Короїдний запас, шт.	Короїдний приріст, шт.	Енергія розмноження, шт.	Щільність поселення, шт./дм <sup>2</sup>	Продукція, шт./дм <sup>2</sup>
1	<i>Pinus sylvestris</i>	IV	товста кора <i>Ips sexdentatus</i>	451	1583	3,51	22,55	79,15
			тонка кора <i>Ips acuminatus</i>	101	148	1,47	5,05	7,40
2	<i>Pinus sylvestris</i>	V	товста кора <i>Ips sexdentatus</i>	297	686	2,31	14,85	34,30
			тонка кора <i>Ips acuminatus</i>	129	237	1,84	6,45	11,85
3	<i>Pinus sylvestris</i>	IV	товста кора <i>Ips sexdentatus</i>	412	1335	3,24	20,60	66,75
			тонка кора <i>Ips acuminatus</i>	141	192	1,36	7,05	9,60

Усі моніторингові ділянки було відмежовано в натурі, на них відмічено всихання або ослаблення, внаслідок заселення стовбуровими шкідниками (присутні характерні ознаки на деревах). Серед основних ознак ураження соснових насаджень нами зафіксовано:

- хвоя стає блідою, потім жовтою й коричневою;
- з'являються невеликі круглі отвори в корі;

– наявність бурового борошна біля стовбурів та опалих гілок під деревом.

При проведенні обстеження на даній ділянці нами виявлено відмирання й всихання дерев *Pinus sylvestris* внаслідок ураження *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*: ступінь ураження слабкий, характер розповсюдження куртинний.

Таблиця 3

## Характеристика насаджень на постійних моніторингових площах

№ постійної моніторингової ділянки	Кількість дерев, категорії фізіологічного стану дерев, особин						Усього
	I	II	III	IV	V	VI	
1	-	-	102	85	5	10	202
2	-	2	50	5	1	10	68
3	-	-	86	25	-	6	117

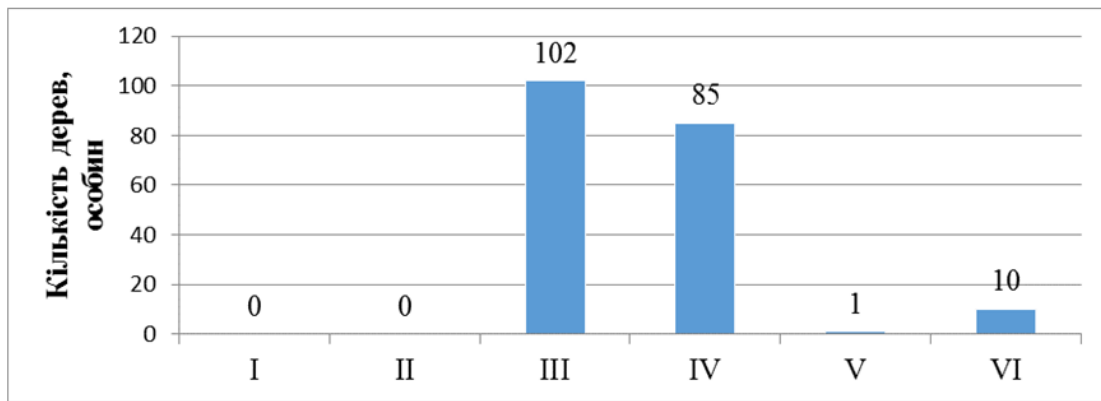


Рис. 1. Розподіл дерев за категоріями фізіологічного стану на постійній моніторинговій ділянці № 1

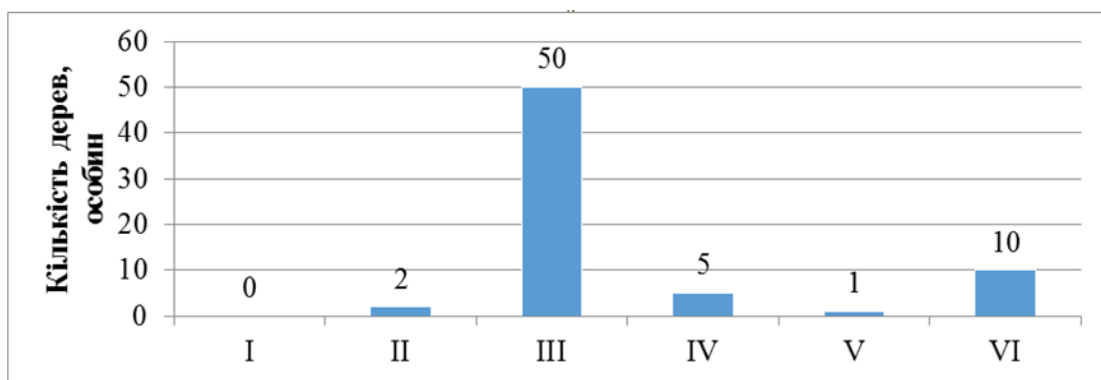


Рис. 2. Розподіл дерев за категоріями фізіологічного стану на постійній моніторинговій ділянці № 2

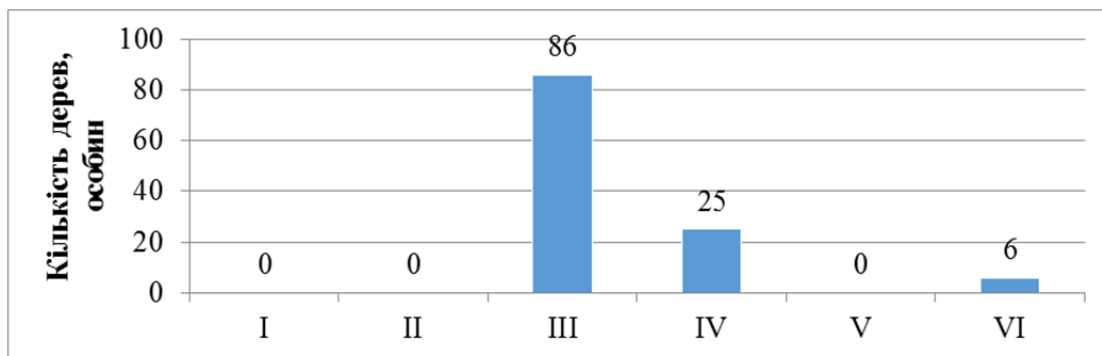


Рис. 3. Розподіл дерев за категоріями фізіологічного стану на постійній моніторинговій ділянці № 3

**Постійна моніторингова ділянка №2, (площа 0,15 га):** визначено, що склад насадження – 10 Сзв, вік 90 років, повнота 0,50, бонітет – I, середня висота – 26 м, середній діаметр – 40 см.

На ділянці ураженню стовбуровими шкідниками сприяє ослаблення в наслідок розвитку інфекційних захворювань (соснова губка та облямований трутовик), характерні

ознаки діяльності яких вивчено при обстеженні плодкових тіл. На поширення інфекційних захворювань та стовбурових шкідників впливають посухи, високі температури, сніголами та зміни клімату.

**Постійна моніторингова ділянка №3, (площа 0,15 га):** визначено, що склад насадження – 10 Сзв, вік 60 років, повнота 0,80, бонітет – I, середня висота – 20 м,

середній діаметр – 24 см. При проведенні дослідження нами виявлено відмирання, всихання дерев внаслідок ураження *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*, ступінь ураження слабкий, характер розповсюдження куртинний. Згідно розрахунків кількісних показників популяцій, що наведені у таблиці 1.2., можна зробити висновки, що висока щільність поселення та енергія розмноження короїдів (верхівкового й стенографа), вказує на стадію нарощування чисельності популяції. На поширення інфекційних захворювань та стовбурових шкідників на території дослідження мають вплив зміни клімату, посухи, високі температури, сніголами та ін. Слід відмітити, що ураженню стовбуровими шкідниками сприяє ослаблення дерев унаслідок розвитку інфекційних захворювань (коренева та соснова губка) характерні ознаки діяльності яких відмічено при обстеженні (плодові тіла, вивалені з коренем дерева).

Отже, у переважній більшості випадків всихання має поширення від епіцентру в північному й західному напрямках та на периферії. Молоде покоління першої генерації досить здорове й сильне, що дозволяє йому поширюватись на далеку відстань (від 1 до 3 км у діаметрі). Молоде покоління другої генерації дещо слабше та зазвичай заселяє суміжні насадження. Встановлено, що в більшості випадків поширення осередку збігається із західними та північними напрямками (до 30-40 м від вже існуючого осередку), у східних і південних напрямках рідше й менш інтенсивне (до 5-10 м). Зона активного поширення осередку характер-

зується переважанням дерев III-IV категорій стану, крона яких знаходиться на початковому етапі всихання й характеризується зміною забарвлення хвої (освітлення інтенсивності забарвлення, пожовтіння), наявністю опалих під кронами дерев гілок та «стрижених пагонів», бурового борошна на стовбурах свіжо заселених дерев як результат життєдіяльності короїду верхівкового.

Феромонний моніторинг за останнє десятиліття став основним і найбільш рентабельним способом вчасного виявлення, контролю розповсюдження і оцінки динаміки чисельності шкідників та зменшення їх популяції порівняно з існуючими методами. Це підтверджують результати аналізу моніторингу соснових насаджень та визначення кількісних та якісних показників стану популяцій стовбурових шкідників за ентомологічними пробами, серед яких окремо від короїдів фіксувалися лубоїди та інші ентомошкідники (Zavada, 2007).

Процес всихання соснових насаджень не припиняється на території парку (табл. 4).

Це підтверджує аналіз результатів моніторингу соснових насаджень й визначення кількісних та якісних показників стану популяцій стовбурових шкідників *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus* у соснових лісонасадженнях лісової зони Полісся. У результаті феромонного моніторингу за період 2019-2020 рр. нами встановлено чисельність особин *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*.

Таблиця 4

#### Результати феромонного моніторингу за період 2019-2020 рр.

Рік	Чисельність, особин		
	2019	квітень – I половина червня	II половина червня – липень
42208,0		2589,0	706,0
2020	червень – I половина липня	II половина липня – серпень	
	2975,0	336,0	

Одним із основних критеріїв оцінки якісного стану популяції стовбурових шкідників є енергія розмноження, яка дає змогу охарактеризувати динаміку розвитку та розповсюдження осередків стовбурових шкідників. За результатами аналізу вмісту феромонних пасток кількісний склад

короїдів має певні ознаки до зменшення активності. За кількісними показниками найбільше було зафіксовано за 2019 р. – 42208 особин (квітень та I половина червня), менші показники за період з червня по вересень.

На території парку найбільшого ураження верхівковим короїдом зазнали чисті сосняки, що пояснюється їх зростанням на відкритих ділянках із значним антропогенним навантаженням (значне ущільнення ґрунту, майже відсутність трав'яного покриву, залишки вогнищ, місця рекреаційного відпочинку), поблизу автомобільних доріг; невеликі куртини або поодинокі уражені дерева *Pinus sylvestris* фіксуються також і у мішаних насадженнях.

На території парку не було зафіксовано ураження верхівковим короїдом дерев виду *Pinus nigra* J.F. Arnold., який є варіантом інтродукції у 60-і роки ХХ ст., та налічує 200 особин, що утворюють формат чорнососнового лісу злакового.

На природних територіях, де соснові насадження вже втратили свою біологічну стійкість та не виконують свої функції (всохлі в наслідок ураження стовбуровими комахами або інфекційними захворюваннями), можна запропонувати наступні заходи:

- поліпшення санітарного стану насаджень (видалення сухих, аварійних дерев);
- відтворення культур із урахуванням типологічних і кліматичних особливостей території;
- створення насаджень мішаного складу;
- приваблювання корисних для захисту лісових насаджень безхребетних і хребетних тварин;
- упровадження до схем змішування лісових екосистем деревних порід з південних областей (види-інтродуценти, які дозволені для відтворення природних екосистем згідно вимог Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України) та акліматизованих екзотів, відповідно до типів лісорослинних умов (*Larix decidua* Mill., *Pinus ponderosa* Douglas ex Lawson, *Acer pseudoplatanus* L., *Acer tataricum* L.).

### Висновки

У рослинному покриві території регіонального ландшафтного парку «Ялівщина» значне місце належить сосновим різновіковим насадженням, які набувають натуралізованого вигляду та мають вплив короїдів (*Ips acuminatus*, *I. sexdentatus*), який значно посилюється у період 2018-2023 рр., насамперед найбільше пошкоджень дерев *Pinus sylvestris* зафіксовано в 2018 р. – 750 особин

з 20 тис. особин, що зростають на території дослідження. Пошкоджені соснові насадження характеризуються рядом ознак, зокрема: хвоя стає блідою, потім жовтою й коричневою; з'являються невеликі круглі отвори в корі; наявність бурового борошна біля стовбурів та опалих гілок під деревом.

За кількісними показниками популяцій короїдів на 3 моніторингових ділянках фіксувалися: висока щільність поселення *Ips sexdentatus* у товстій корі дерев ділянки 1 (22,55 шт./дм<sup>2</sup>); у тонкій корі *Ips acuminatus* ділянки 3 (7,05 шт./дм<sup>2</sup>); енергія розмноження короїдів *Ips sexdentatus* в товстій корі ділянки 1 (3,51 шт.); *Ips acuminatus* в тонкій корі дерев ділянки 2 (1,84 шт.), що вказувало на стадію нарощування чисельності популяції; найбільші заселення шкідниками *Ips sexdentatus* спостерігалися у товстій корі дерев ділянки 1 (451 шт.) та ділянки 3 (412 шт.), а у тонкій корі ділянки 3 заселення *Ips acuminatus* (141 шт.), які мають значно змінені, сильно антропогенізовані лісорослинні умови. Короїдний приріст найбільше зафіксовано: для *Ips sexdentatus* в товстій корі дерев на ділянці 1 (1583 шт.); для *Ips acuminatus* у тонкій корі на ділянці 2 (237 шт.), а найбільші показники продукції зафіксовані: для *Ips sexdentatus* у товстій корі ділянки 1 (79,15 шт./дм<sup>2</sup>); для *Ips acuminatus* у тонкій корі на ділянці 2 (11,85 шт./дм<sup>2</sup>). У переважній більшості випадків нові осередки поширення шкідників збігаються із західними та північними напрямками (до 30-40 м від вже існуючого осередку), у східних і південних напрямках – рідше й менш інтенсивніше (до 5-10 м).

У результаті феромонного моніторингу (2019-2020 рр.) соснових різновікових насаджень парку встановлено, що загальна чисельність особин *Ips acuminatus*, *I. sexdentatus* складає 48814 особин, з них найбільше було зафіксовано у період квітня – першої половини червня 2019 року – 42208 особин обох видів. Для збереження дерев *Pinus sylvestris* та їх стійкості в умовах міського середовища рекомендуємо ряд профілактичних заходів і методів боротьби з стовбуровими шкідниками, які полягають у поліпшенні санітарного стану насаджень, відтворенні культур із урахуванням типологічних і кліматичних особливостей території; створенні насаджень мішаного складу та приваблюванні корисних для захисту соснових насаджень ентомофагів і птахів.

## References

- Andreeva, O. (2016). Stem pests in the foci of drying out of pine plantations of the State Enterprise «Zhytomyr Forestry», Zhytomyr region. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University*, (1-2), 7–12. (in Ukrainian)  
 Андреева О. Стовбурові шкідники в осередках всихання соснових насаджень ДП «Житомирське ЛГ» Житомирської обл. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2016. № 1-2. С. 7–12.
- Andreeva, O. (2019). Wintering of stem pests and their entomophages in pine plantations of Central Polesie. Pine forests: current state, existing problems and ways to solve them: Materials of international scientific and practical conf. 2019, Kyiv, Ukraine (pp. 91-92). (in Ukrainian)  
 Андреева О. Зимівля стовбурових шкідників та їхніх ентомофагів у соснових насадженнях Центрального Полісся. *Соснові ліси: сучасний стан, існуючі проблеми та шляхи їх вирішення*: Матеріали міжнар. науково-практ. конф., м. Київ, 12–13 черв. 2019 р. Харків, 2019. С. 91–92.
- Conclusion on the results of forest pathological survey of plantations*. (2018). [https://apk.cg.gov.ua/web\\_docs/2141/2018/07/docs/Обстеження\\_ВК\\_РЛП\\_Ялівщина\\_м\\_Чернігів\\_12-14\\_06\\_2018.pdf](https://apk.cg.gov.ua/web_docs/2141/2018/07/docs/Обстеження_ВК_РЛП_Ялівщина_м_Чернігів_12-14_06_2018.pdf) (in Ukrainian)  
 Висновок за результатами лісопатологічного обстеження насаджень. Харків, 2018. 10 с. URL: [https://apk.cg.gov.ua/web\\_docs/2141/2018/07/docs/Обстеження\\_ВК\\_РЛП\\_Ялівщина\\_м\\_Чернігів\\_12-14\\_06\\_2018..pdf](https://apk.cg.gov.ua/web_docs/2141/2018/07/docs/Обстеження_ВК_РЛП_Ялівщина_м_Чернігів_12-14_06_2018..pdf) (дата звернення: 10.10.2023).
- Dyadechko, M. (ed.) (1990). Fundamentals of biological method of plant protection. Harvest. (in Ukrainian)  
 Основи біологічного методу захисту рослин / ред. М. Дядечко. Київ : Урожай, 1990. 156 с.
- Greze, W. (1936). On the influence of primary pests on tree growth. *Forest Protection*, (14), 35–52. (in Ukrainian)  
 Грезе В. Про вплив первинних шкідників на ріст дерев. *Охорона лісу*. Київ, Полтава, 1936. Т. 14. С. 35–52.
- Jaime, L., Batllori, E., Margalef-Marrase, J., Pérez Navarro, M. Á., & Lloret, F. (2019). Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) mortality is explained by the climatic suitability of both host tree and bark beetle populations. *Forest Ecology and Management*, 448, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.05.070>
- Karpenko Yu., Potots'ka S., & Sverdlov V. (2023). Vascular plants of the spontaneous flora of the regional landscape park «Yalivshchyna» (Chernihiv). *Biota. Human. Technology*, (3), 7–18. <https://doi.org/10.58407/bht.3.22.1> (in Ukrainian)  
 Карпенко Ю., Потоцька С., Сverdlov В. Судинні рослини спонтанної флори регіонального ландшафтного парку «Ялівщина» (м. Чернігів). *Biota. Human. Technology*. 2023. № 3. С. 7–18. DOI: <https://doi.org/10.58407/bht.3.22.1>
- Karpenko, Y., Sverdlov, V., & Pototska, S. (2022). Floristic and coenotic features of the territory of the Regional Landscape Park «Yalivshchyna». *Modern phytosozological research in Ukraine* (6th ed., pp. 38–44). (in Ukrainian)  
 Карпенко Ю., Сverdlov В., Потоцька С. Флористико-ценотичні особливості території регіонального ландшафтного парку «Ялівщина». *Сучасні фітосозологічні дослідження в Україні*: зб. наук. пр. 6-ге вид. Київ, 2022. С. 38–44.
- On Approval of Sanitary Rules in the Forests of Ukraine*. (n.d.). Official web portal of the Parliament of Ukraine. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п>. (in Ukrainian)  
 Про затвердження Санітарних правил в лісах України. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п> (дата звернення: 18.10.2023)
- Zawada, M. (2007). *Forest entomology*. KVIC. (in Ukrainian)  
 Завада М. М. Лісова ентомологія. підручник. Київ : КВІЦ, 2007. 186 с.
- Zavada, M., Huziy, A., & Bilokin', M. (2010). *Forest entomology*. Agrarian Media Group. (in Ukrainian)  
 Завада М., Гузій А., Білоконь М. Лісова ентомологія : підручник. Київ: Аграр Медіа Груп, 2010. 404 с.



Received: 19.10.2023. Accepted: 31.10.2023. Published: 19.01.2024.

**Ви можете цитувати цю статтю так:**

Свердлов В., Карпенко Ю., Потоцька С. Стан соснових угруповань на території регіонального ландшафтного парку «Ялівщина» та вплив на них короїдів. *Biota, Human, Technology*. 2023. №3. С. 23–33

**Cite this article in APA style as:**

Sverdlov, V., Karpenko, Yu., & Pototska, S. (2023). The state of pine communities on the territory of the regional landscape park «Yalivshchyna» and the influence of bark beetles on them. *Biota, Human, Technology*, 3, 23–33 (in Ukrainian)

**Information about the authors:**

**Sverdlov V.** [*in Ukrainian*: Свердлов В.]<sup>1</sup>, Postgraduate student, email: vovasv8989@ukr.net

ORCID: 0000-0002-4079-0831

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

**Karpenko Yu.** [*in Ukrainian*: Карпенко Ю.]<sup>2</sup>, Ph.D. in Biol. Sc., Assoc. Prof., email: yuch2011@i.ua

ORCID: 0000-0002-1703-8473 Scopus-Author ID: 57225225632

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

**Pototska S.** [*in Ukrainian*: Потоцька С.]<sup>3</sup>, Ph.D. in Biol. Sc., Assoc. Prof., email: s\_pototska@ukr.net

ORCID: 0000-0002-3595-503X

Department of Biology, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

---

<sup>1</sup> Study design, data collection, analysis, manuscript preparation.

<sup>2</sup> Data collection.

<sup>3</sup> Data collection.

UDC 581.9:582(477)

*Олександр Яковенко*ЛІСОВА РОСЛИННІСТЬ ЛЕСОВИХ «ОСТРОВІВ»  
ЧЕРНІГІВСЬКОГО ПОЛІССЯ*Oleksandr Yakovenko*

## THE FOREST VEGETATION OF THE CHERNIHIV POLESIE LOESS «ISLANDS»

DOI: 10.58407/bht.3.23.3

## АНОТАЦІЯ

**Мета роботи.** Встановлення синтаксономічного складу та поширення лісової рослинності лесових «островів» Чернігівського Полісся.

**Методологія.** Матеріали зібрано під час польових досліджень 2008–2021 рр. із використанням геоботаничних методів. Виконано 169 геоботаничних описів. Описи рослинності проводили на площах 400–625 м<sup>2</sup>. Визначали проективне покриття ярусів рослинного угруповання та кожного виду. Угруповання були ідентифіковані та названі згідно публікацій з еколого-флористичної класифікації рослинності.

**Наукова новизна.** Встановлено синтаксономічний склад лісової рослинності лесових «островів». З'ясовано поширення рослинних угруповань та проведено порівняння репрезентативності класів лісової рослинності лесових «островів» Чернігівського Полісся.

**Висновки.** Угруповання лісової рослинності лесових «островів» Чернігівського Полісся представлено 15 асоціаціями, які належать до 9 союзів, 6 порядків та 6 класів. Рудеральні лісові нітрофільні угруповання класу *Robinietea* Jurko ex Nadač et Sofron 1980 сформувалися в місцях протиерозійних посадок лісу в ярах та балках. Значний розвиток яружно-балкової мережі в межах Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового «острова» є причиною високої частоти трапляння асоціацій цього класу на його території. Заболочені угруповання чагарників (*Salicetea purpureae* Moog 1958) та дерев (*Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et R.Tx. 1943) представлені у заплавах річок та інших знижень рельєфу всіх лесових «островів», але найбільше – в Березнянсько-Менсько-Сосницькому та Ріпкинсько-Чернігівському. Широколистяні ліси збереглися лише у невеликих за площею масивах. Вони представлені переважно угрупованнями, що належать до класів *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968, *Quercetea robori-petraeae* Br.-Bl. ex R.Tx. 1943. На лесових «островах» лісостепові соснові ліси класу *Pyrolo-Pinetetea sylvestris* Korneck 1974 трапляються рідко. Ці фітоценози трапляються у лісосмугах та штучних насадженнях сосни на території Михайло-Коцюбинського лесового «острова». Седнівсько-Тупичівський та Березнянсько-Менсько-Сосницький лесові «острови» мають подібне синтаксономічне багатство за кількістю асоціацій.

**Ключові слова:** лесовий «острів», лісова рослинність, Полісся, синтаксономія, фітоценотична різноманітність

## ABSTRACT

**The purpose of the study.** To find out the distribution, syntaxonomic composition and peculiarities of the Chernihiv Polesie loess «islands» forest vegetation.

**Methodology.** The materials were collected during field research in 2008–2021. The field study of vegetation was carried out using geobotanical methods (169 relevé s). Relevés were carried out on areas of 400–625 m<sup>2</sup>. The projective coverage of plant communities layers and coverage of all the species was noted. The plant communities were identified and named according to publications on the ecological and floristic classification of vegetation.

**Scientific novelty.** The syntaxonomic composition of the Chernihiv Polesie loess «islands» forest vegetation was established. The plant communities distribution was clarified. The comparison of the forest vegetation classes representation of the loess «islands» in the Chernihiv Polesie was made.

**Conclusions.** The communities of the Chernihiv Polesie loess «islands» forest vegetation is represented by 15 associations belonging to 9 unions of the 6 orders of the 6 classes. The ruderal forest nitrophilous communities of the *Robinietea* Jurko ex Nadač et Sofron 1980 class formed in the places of anti-erosion forest plantings in ravines and gullies. The significant development of the ravines and beam network within the Berezna-Mena-Sosnytsia loess «island» is the reason for the high frequency of of this class associations in it territory. The wetland communities of shrubs (*Salicetea*

*purpureae* Moor 1958) and trees (*Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et R.Tx. 1943) are present in the rivers floodplains and other lower terrain of all loess «islands», but most of all - on the territory of the Berezna-Mena-Sosnytsia and Ripky-Chernihiv loess «islands». The broad-leaved forests are preserved only in small massifs. They are mainly represented by plant communities belonging to the *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968 and *Quercetea robori-petraeae* Br.-Bl. ex R.Tx. 1943 classes. The forest-steppe pine forests of the *Pyrolo-Pinetea sylvestris* Korneck 1974 class rarely occur on loess «islands». These phytocenoses occupy forest strips and artificial pine plantations on the site of felled broad-leaved forests. In general, the lowest number of the forest vegetation associations is recorded on the territory of the Mykhailo-Kotsyubinsky loess «island». The Sedniv-Tupychiv and Berezna-Mena-Sosnytsia loess «islands» have a similar syntaxonomic richness (the associations number).

**Key words:** forest vegetation, loess «island», phytocenotic diversity, Polesie, syntaxonomy

### Постановка проблеми

Лесові «острови» Чернігівського Полісся – це ландшафтні комплекси з лісостеповими рисами. Вони тут трапляються фрагментарно. Серед всіх ландшафтів Чернігівського Полісся вони вирізняються більшою трансформованістю, значною сільськогосподарською освоєністю і невеликими площами лісових територій. Досліджувана територія належить до територій, де на місці зведених суцільних лісів тривалий історичний час розвивалося землеробство. Ще в післяльодовиковий період на території лесових «островів» переважали широколистяні ліси, а на сьогодні тут зустрічаються лише невеликі ділянки лісів, які ростуть переважно по схилах долин, балок і ярів (Lukash et al., 2018).

Загалом лісова рослинність Чернігівського Полісся вивчена досить добре (Lukash, 1997; Andrienko, 2006; Lukash, 2008; Andrienko (Ed), 2013; Lukash & Merkulov, 2023 та інші). Ці роботи присвячені типології, класифікації та різноманіттю лісової рослинності переважно поліських ландшафтів. Еколого-фітоценотичні особливості чагарникових фітоценозів наведено для крейдяних відслонень лесових «островів» Новгород-Сіверського Полісся (Lukash, 2019). В межах лесових «островів» Чернігівського Полісся були проведені дослідження сучасного стану рослинності (Lukash, 2018). У цій роботі, зокрема, аналізуються антропогенні зміни рослинності за рахунок сільськогосподарського використання земель, а також констатується переважання сегетальних рослинних угруповань в межах лесових «островів», наводиться синтаксономічний склад лісової рослинності на рівні класів.

Тому, метою наших досліджень було виявлення максимально повного синтаксономічного складу та поширення лісової рослинності лесових «островів» Чернігівського Полісся.

### Матеріали та методи досліджень

В основу аналізу лісової рослинності покладено 169 стандартних геоботанічних описів, виконаних автором протягом 2008 – 2021 рр. Описи рослинності проводили на площах 400–625 м<sup>2</sup>. Визначали проективне покриття ярусів рослинного угруповання та кожного виду. Діапазони проективного покриття переведено у наступну бальну шкалу: «+» – до 1%, 1 – 1–5 %, 2 – 6–15 %, 3 – 16–25 %, 4 – 26–50 %, 5 – > 50 %. Ідентифікували синтаксони, використовуючи визначник рослинних угруповань (Matuszkiewicz, 2019) та Український геоботанічний сайт (The forest vegetation, n.d.). Назви синтаксонів союзів й вище наведені за Mucina et al. (2016). Назви таксонів наведені за даними енциклопедичного інтернет-проєкту World Flora Online (WFO, 2023).

### Результати та їх обговорення

На лесових «островах» Чернігівського Полісся лісова рослинність поширена в межах лісовкритих земель лісгоспів, лісосмуг, вздовж доріг, заплав річок, западин (блюдець). Також представлена у вигляді самосійних лісів, протиерозійних насаджень і деревної рослинності населених пунктів.

За період 2000–2022 рр. на лесових «островах» відбулося незначне збільшення площ лісів за рахунок заростання узлісь і покинутих сільськогосподарських угідь. Загальна лісистість лесових «островів» Чернігівського Полісся станом на 2022 р. становить 8,9 %. Відсоткові значення лісистості для лесових «островів» наступні:

Михайло-Коцюбинського – 12,13 %,  
Ріпкинсько-Чернігівського – 6,85 %,  
Седнівсько-Тупичівського – 6,36 %,  
Березнянсько-Менсько-Сосницького – 9,7 % (Yakovenko, 2023).

У складі лісової рослинності лесових «островів» Чернігівського Полісся виділено 15 синтаксонів рангу асоціацій, які належать до 9 союзів, 6 порядків та 6 класів.

Синтаксономічний склад лісової рослинності лесових «островів» є таким:  
 Клас *Salicetea purpureae* Moor 1958  
 Порядок *Salicetalia purpureae* Moor 1958  
 Союз *Salicion albae* Soo 1951  
 Ас. *Populetum albae* Br.-Bl. 1931  
 Ас. *Salicetum triandro-viminalis* Lohmeyer 1952  
 Ас. *Salicetum albo-fragilis* R. Tx. 1955  
 Клас *Alnetetea glutinosae* Br.-Bl. Et Tx. ex Westhoff et al. 1946  
 Порядок *Alnetalia glutinosae* Tx. 1937  
 Союз *Alnion glutinosae* Malcuit 1929  
 Ас. *Carici elongatae-Alnetum* W.Koch 1926 ex Tx. 1931  
 Ас. *Ribeso nigri-Alnetum* Sol.-Gorn.(1975) 1987  
 Клас *Carpino-Fagetea sylvaticae* Jakucs ex Passarge 1968  
 Порядок *Carpinetalia betuli* P. Fukarek 1968  
 Союз *Carpinion betuli* Issler 1931  
 Ас. *Stellario holosteaе-Carpinetum betuli* Oberd.1957  
 Ас. *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* Tracz. 1962  
 Союз *Quercu roboris-Tilion cordatae* Solomeshch et Laivins ex Bulokhov et Solomeshch in Bulokhov et Semenishchenkov 2015  
 Ас. *Mercurialo perennis-Quercetum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003  
 Клас *Quercetea robori-petraeae* Br.-Bl. ex R.Tx. 1943  
 Порядок *Quercetalia roboris* R.Tx. 1931  
 Союз *Agrostio-Quercion petraeae* Scamoni et Passarge 1959  
 Ас. *Quercu-Pinetum* (W.Matuszkiewicz 1981) J.Matuszkiewicz 1988  
 Клас *Pyrolo-Pinetea sylvestris* Korneck 1974  
 Порядок *Festuco-Pinetalia sylvestris* Passarge 1968  
 Союз *Festuco-Pinion sylvestris* Passarge 1968  
 Ас. *Calamagrostio arundinaceae-Pinetum sylvestris* Shevchyk et V.Sl. 1996  
 Клас *Robinetea* Jurko ex Hadač et Sofron 1980  
 Порядок *Chelidonio-Robinietalia pseudoacaciae* Jurko ex Hadač et Sofron 1980  
 Союз *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron 1980  
 Ас. *Elytrigio repentis-Robinietum* Smetana 2002  
 Союз *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron ex Vitkova in Chytry 2013  
 Ас. *Galio aparines-Robinietum* Scepka 1982  
 Ас. *Chelidonio-Robinietum* Jurko 1963  
 Ас. *Sambuco nigrae-Robinietum* Scepka 1982

Союз *Chelidonio-Acerion negundo* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1989  
 Ас. *Chelidonio-Aceretum negundi* L. Jshbirdina et A. Jshbirdin 1989  
 Ґрунтоутворюючими породами лесових «островів» є переважно лесовидні суглинки і лес, які в периферійній частині змінюються водно-льодовиковими відкладами пісків і давньоалювіальними пісками на річкових терасах (Hlibko, 1955). Заплави річок сформовані алювіальними відкладами. На лесах і лесовидних суглинках утворилися сірі, темно-сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, чорноземи неглибокі малогумусні, лучно-чорноземні ґрунти. Дерново-підзолисті ґрунти сформувалися на легких водно-льодовикових і давньоалювіальних відкладах. В западинах і ярах лесових «островів» поширені відповідно лучні і дернові ґрунти. Саме така різноманітність ґрунтів і виявляє едафічну зумовленість лісової рослинності лесових «островів» Чернігівського Полісся (рис. 1).  
 Заболочені угруповання чагарників (*Salicetea purpureae*) та дерев (*Alnetea glutinosae*) поширені у заплавах річок та знижень рельєфу (в западинах, суфозіях).  
 Клас *Salicetea purpureae* представлений союзом *Salicion albae*. Це угруповання заплавної прируслової і притерасної вербових і тополевих лісів і чагарників на слабо-задернованих піщано-мулистих і піщаних ґрунтах з близьким заляганням до поверхні прісних ґрунтових вод (The forest vegetation, n.d.). В межах лесових «островів» Чернігівського Полісся трапляються три асоціації: *Populetum albae*, *Salicetum triandro-viminalis* і *Salicetum albo-fragilis* (табл. 1). Зазначені угруповання найбільше представлені на території Березнянсько-Менсько-Сосницького (табл. 1, описи 7–9, 10–13, 16–17, 23–25), Ріпкинсько-Чернігівського (табл. 1, описи 5–6, 20–22) і Седнівсько-Тупичівського (табл. 1, описи 1–4, 14–15, 18–19) лесових «островів». Це пов'язано з більш розвинутою гідрологічною мережею на цих «островах».  
 Клас *Alnetetea glutinosae* представлений союзом *Alnion glutinosae* і двома асоціаціями (*Carici elongatae-Alnetum*, *Ribeso nigri-Alnetum*) (табл. 2). Це угруповання чорновільхових лісових боліт притерасної частини заплави річок з мулисто-торф'янистими ґрунтами з недостатньою аерацією (The forest vegetation, n.d.). Таксони союзу трапляються у семи описах

(табл. 2, описи 1–4 і 7–9) з Седнівсько-Тупичівського лесового «острову», п'яти описах (табл. 2, описи 5–6 і 23–25) Ріпкинсько-Чернігівського лесового «острову», десяти (табл. 2, описи 10–11, 12–15 і 16–19) Березнянсько-Менсько-Сосницького і лише двох (табл. 2, описи 20–22) в межах Михайло-Коцюбинського. Це пов'язано з більшим поширенням на території Седнівсько-Тупичівського, Ріпкинсько-Чернігівського і

Березнянсько-Менсько-Сосницького лесових «острови» заболочених ділянок і торф'янистих ґрунтів. Седнівсько-Тупичівський і Ріпкинсько-Чернігівський межують з болотним масивом «Замглай», а перший ще й з заболоченою заплавою р. Крюкова. В межах Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового «острову» проходить заболочена заплава р. Мена.



Рис. 1. Відслонення четвертинних відкладів лесових «островів» під різними лісовими угрупованнями (а – ас. *Quercus-Pinetum* (W.Matuszkiewicz 1981) J. Matuszkiewicz 1988 на дерново-підзолистих ґрунтах; б – ас. *Chelidonio-Robinetum* Jurko 1963 на темно-сірих ґрунтах; в – ас. *Stellario holosteaе-Carpinetum betuli* Oberd.1957 на сірих ґрунтах)

Клас *Carpino-Fagetea sylvaticae* представлений двома союзами (*Carpinion betuli*, *Quercu roboris-Tilion cordatae*) і трьома асоціаціями.

Союз *Carpinion betuli* в межах лесових «островів» Чернігівського Полісся налічує дві асоціації (*Stellario holosteaе-Carpinetum betuli*, *Tilio cordatae-Carpinetum betuli*). До них відносяться грабові й грабово-дубові ліси на сірих опідзолених лісових ґрунтах. В Україні масово поширені у Правобережному Лісостепу і частково заходять в північнозахідну частину Лівобережного Лісостепу, а і на Полісся (The forest vegetation, n.d.).

Асоціація *Stellario holosteaе-Carpinetum betuli* трапляється лише в межах Седнівсько-Тупичівського лесового «острову» в околицях селища Седнів (табл. 3, описи 1–4). Асоціація *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* трапляється також на території Седнівсько-Тупичівського лесового «острову» (табл. 3, описи 5–6) і на Березнянсько-Менсько-

Сосницькому лесовому «острові» (табл. 3, опис 7–10).

Союз *Quercu roboris-Tilion cordatae* представлений однією асоціацією *Mercurialo perennis-Quercetum roboris*. До цього союзу відносять кленово-липово-дубові та липово-дубові ліси на схилах балок і річкових долин Східної Європи. В Україні угруповання союзу поширені переважно у Лівобережному Лісостепу. Для асоціації *Mercurialo perennis-Quercetum roboris* характерні вирівняні, помірно зволожені ділянки з дерновопідзолистими лісовими ґрунтами (The forest vegetation, n.d.). Ця асоціація в межах лесових «островів» Чернігівського Полісся трапляється дуже обмежено (5 описів) (табл. 3, описи 11–15) в межах Михайло-Коцюбинського (табл. 3, описи 11–12, 15) і частково Ріпкинсько-Чернігівського лесових «островів» (табл. 3, описи 13–14).

Обмеженість і фрагментарність поширення угруповань класу *Carpino-Fagetea sylvaticae* пов'язано з привабливістю сірих лісових

ґрунтів ділянок їх біотопів для сільсько-господарської діяльності.

Клас *Pyrolo-Pinetea sylvestris* в межах лесових «островів» Чернігівського Полісся представлений союзом *Festuco-Pinion sylvestris* і однією асоціацією (*Calamagrostio arundinaceae-Pinetum sylvestris*) (табл. 4). До угруповань цього класу відносяться лісостепові соснові ліси і на лесових «островах» Чернігівського Полісся вони трапляються рідко. Ці фітоценози знаходяться у лісосмугах та штучних насадженнях сосни віком 50–60 років на місці вирубаних широколистяних лісів (Lukash, 2018).

Асоціація *Calamagrostio arundinaceae-Pinetum sylvestris* частіше трапляється на двох лесових «островах»: Михайло-Коцюбинському (табл. 4, описи 6–8, 12–15) і Ріпкинсько-Чернігівському (табл. 4, описи 1–5, 16–17, 20). Для Седнівсько-Тупичівського і Березнянсько-Менсько-Сосницького лесових «островах» зафіксовано по дві локалізації (табл. 4, описи 10–11 і 18–19 відповідно).

Клас *Quercetea robori-petraeae* представлений союзом *Agrostio-Quercion petraeae* асоціацією *Quercu-Pinetum*. До цих угруповань відносяться ацидофільні сосново-дубові ліси бореальної зони Східної Європи (The forest vegetation, n.d.). Угруповання асоціації *Quercu robori-Pinetum* на лесових «островах» Чернігівського Полісся поширені досить рідко і фрагментарно. Ділянки асоціації частіше трапляються в межах Ріпкинсько-Чернігівського лесового «острова» (табл. 5, описи 1–4, 6–11). Ці ділянки приурочені переважно до долини ріки Стрижень, що повністю знаходиться в межах лесового «острова» (околиці сіл Товстоліс, Березанка, Полуботки; між селами Деснянка, Халявин). Для Седнівсько-Тупичівського лесового «острова» зафіксовано два описи (табл. 5, опис 14) на околицях с. Макішин (схили до річки Снов). На Михайло-Коцюбинському лесовому «острові» трапляється на околицях околиці с. Михайло-Коцюбинське (табл. 5, опис 13). В межах Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового «острова» трапляється між селами Лозове, Чорнотичі (табл. 5, описи 15–16).

Фрагментарність поширення угруповань класу *Quercetea robori-petraeae* також пов'язана давнім використанням ділянок широколистяних лісів у сільському господарстві (Lukash, 2018).

Клас *Robinetea* в межах лесових «островів» представлений трьома союзами *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae*, *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* і *Chelidonio-Acerion negundo*.

Союз *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* представлений асоціацією *Elytrigio repentis-Robiniatum*. Це штучні насадження *Robinia pseudoacacia* на верхівках схилів з еродованими суглинистими ґрунтами, часто із значним вмістом карбонатів (The forest vegetation, n.d.). Угруповання асоціації трапляються найбільше на Березнянсько-Менсько-Сосницькому лесового «острова» переважно в межах відокремленої невеликої ділянки лесового «острову» з центром с. Чорнотичі (табл. 6, описи 1–8) і частково поблизу сел. Березне (табл. 6, описи 9–10) і Ріпкинсько-Чернігівського (табл. 6, описи 11–22). В межах Седнівсько-Тупичівського лесового «острова» трапляється поблизу с. Лашуки Чернігівського р-ну (табл. 6, описи 23–25).

Союз *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* представлений трьома асоціаціями *Galio aparines-Robiniatum*, *Chelidonio-Robiniatum* і *Sambuco nigrae-Robiniatum*. Це штучні насадження *Robinia pseudoacacia* L. на доволі багатих середньозволожених і сухих чорноземоподібних та суглинистих ґрунтах (The forest vegetation, n.d.).

Асоціація *Galio aparines-Robiniatum* трапляється між селищем Седнів і с. Макішин, Чернігівський р-н (Седнівсько-Тупичівський лесовий «острів», табл. 7, описи 1–3) і також в межах Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового «острова» (ділянка лесового «острову» з центром с. Чорнотичі, табл. 7, описи 4–9).

Асоціація *Chelidonio-Robiniatum* трапляється в околицях с. Петрушин (Ріпкинсько-Чернігівський лесовий «острів», табл. 7, описи 10–12), між селами Тупичів, Великий Листвен (Седнівсько-Тупичівський лесовий «острів», табл. 7, описи 13–15) і також в межах Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового «острова» (околиці с. Городище Корюківського району, табл. 7, описи 16–18).

Асоціація *Sambuco nigrae-Robiniatum* трапляється більше в межах Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового «острова» (табл. 7, описи 19–22) і також Седнівсько-Тупичівського лесового «острова» (табл. 7, описи 23–25).

Союз *Chelidonio-Acerion negundo* представлений однією асоціацією *Chelidonio-Aceretum negundi*. Сюди відносяться синантропні деревно-чагарникові угруповання за участю *Acer negundo* L. (The forest vegetation, n.d.). В межах лесових «островів» Чернігівського Полісся угруповання асоціації поширені повсюдно, переважно в лісосмугах вздовж доріг та між полів. В межах Седнівсько-Тупичівського лесового «острова» трапляються між селами Куликівка, Макішин (табл. 8, описи 1–4). В межах Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового «острова» зафіксовано 11 описів (табл. 8, описи 5–13, 16–17). Для Ріпкинсько-Чернігівського лесового «острова» – між селами Роїще, Великі Осняки (табл. 8, описи 14–15) і три описи – для Михайло-Коцюбинського (табл. 8, описи 18–20).

Рудеральні лісові нітрофільні угруповання класу *Robinetea* на лесових «островах»

Чернігівського Полісся сформувалися в місцях протиерозійних посадок лісу в ярах та балках. Саме значний розвиток яружно-балкової мережі в межах Березнянсько-Менсько-Сосницького лесового «острова» пояснює високу частоту трапляння тут асоціацій класу *Robinetea*.

Загалом найменшу кількість асоціацій лісової рослинності спостерігаємо на території Михайло-Коцюбинського лесового «острова». Для двох лесових «островів» (Седнівсько-Тупичівського і Березнянсько-Менсько-Сосницького) кількість асоціацій – приблизно однакова (14 і 13 відповідно). Для Ріпкинсько-Чернігівського лесового «острова» фіксуємо синтаксономічну різноманітність лісової рослинності на рівні 9 асоціацій (табл. 1).

Таблиця 1

Синтаксономічна різноманітність класів лісової рослинності  
(кількість асоціацій)

Клас рослинності	Михайло-Коцюбинський	Ріпкинсько-Чернігівський	Седнівсько-Тупичівський	Березнянсько-Менсько-Сосницький
<i>Salicetea purpureae</i>	0	2	3	3
<i>Alnetetea glutinosae</i>	1	2	2	2
<i>Carpino-Fagetea sylvaticae</i>	0	0	2	
<i>Pyrolo-Pinetea sylvestris</i>	1	1	1	1
<i>Quercetea roboreticae</i>	1	1	1	1
<i>Robinetea</i>	1	3	5	5
Всього	4	9	14	13

Такі відмінності у синтаксономічній різноманітності лісової рослинності є наслідком нерівномірного антропогенного впливу, різноманіття ландшафтних комплексів і відмінностей в загальній площі територій лесових «островів» Чернігівського Полісся. Михайло-Коцюбинський лесовий «острів» є найменшим, він не вирізняється видовим різноманіттям ландшафтів і є найбільш трансформованим.

Березнянсько-Менсько-Сосницький є найбільшим серед «островів» і разом з Седнівсько-Тупичівським лесовим «островом» має достатню різноманітність ландшафтів (від заплавних до межирічних, яружно-балкових).

Таблиця 1

Фітоценотична характеристика угруповань союзу *Salicion albae* Soo 1951

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Площа [m <sup>2</sup> ]	440	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Чагарниковий ярус [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трав'яний ярус [%]	75	70	90	90	90	85	80	80	85	90	85	85	85	85	85	85	85	85	85	95	75	70	90	90	90
<b>Синтаксони</b>	1									2									3						
<b>D.s. Ass. Populetum albae</b> Br.-Bl. 1931	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Populus alba</i> L.	3	2	4	1	+	2	+	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Populus nigra</i> L.	+	1	2	+	2	1	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>D.s. Ass. Salicetum triandro-viminalis</b> Lohmeyer 1952	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix triandra</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	2	1	+	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>D.s. Ass. Salicetum albo-fragilis</b> R. Tx. 1955	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix alba</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	2	3	3	1	1	2	2	1
<b>D.s. All. Salicion albae</b> Soo 1951	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	+	.	1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	.	+	+	+	+	+	1	1	+
<i>Rubus caesius</i> L.	.	+	+	+	.	+	1	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+
<i>Symphytum officinale</i> L.	+	+	.	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	1	1	+	+	+	1	+	+	1	+	+
<i>Urtica dioica</i> L.	2	.	2	3	1	1	2	+	2	1	3	+	2	2	2	1	3	2	1	1	1	1	+	2	3
<b>D.s. Cl. Salicetea purpureae</b> Moor 1958, O. <i>Salicetalia purpureae</i> Moor 1958	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amorpha fruticosa</i> L.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.
<i>Salix fragilis</i> L.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salix purpurea</i> L.	+	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Stachys palustris</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Інші види:</b>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus repens</i> L.	+	.	+	.	+	.	+	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+
<i>Bidens frondosa</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Echinocystis lobata</i> Torr. & A.Gray	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+
<i>Poa trivialis</i> L.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.



Продовження табл. 1

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Acer negundo</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Euonymus europaeus</i> L.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Lycopus europaeus</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i> L.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Rumex confertus</i> Willd.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Equisetum arvense</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Galium aparine</i> L.	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago major</i> L.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla anserina</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Geum urbanum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	.	.
<i>Poa annua</i> L.	+	+	.	+	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stenactis annua</i> (L.) Cass. ex Less.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.
<i>Arctium lappa</i> L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Carduus crispus</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Conium maculatum</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	+	.	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium album</i> L.	+	.	.	+	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Poa pratensis</i> L.	+	+	.	+	.	.	+	.	.	+	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Rhamnus cathartica</i> L.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.

**Синтаксони:** 1 – *Populetum albae* Br.-Bl. 1931, 2 – *Salicetum triandro-viminalis* R. Tx. 1955, 3 – *Salicetum albo-fragilis* R. Tx. 1955

**Місцезнаходження описів:** 1–4 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Макішин; 5–6 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Роїще, Халявин; 7–9 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Степанівка, Дягова; 10–11 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Городище, Синявка; 12–13 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Данилівка, Величківка; 14–15 – Чернігівський р-н, між селами Великий Листвен, Смичин; 16–17 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, околиці с. Лави; 18–19 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Івашківка; 20–22 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Кисилівка; 23–25 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Покровське, Слобідка.

**Дата:** 1–4, 14–15 – 16.07.2008; 5–6 – 20.06.2009; 7–9, 10–11 – 06.07.2010; 12–13, 20–22 – 18.07.2013; 16–17 – 23.06.2010; 18–19 – 17.07.2012; 23–25 – 21.07.2013.

**Автор описів:** О. Яковенко

Таблиця 2

Фітоценотична характеристика угруповань союзу *Alnion glutinosae* Malcuit 1929

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Площа [м <sup>2</sup> ]	400	400	450	400	400	430	480	400	430	450	450	400	400	400	430	450	450	400	400	430	400	400	400	450	400
Чагарниковий ярус [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трав'яний ярус [%]	75	70	90	90	90	85	80	80	85	90	85	85	85	85	85	85	85	85	85	95	75	70	90	90	90
<b>Синтаксони</b>	1											2													
<b>D.s. Ass. Carici elongatae-Alnetum W.Koch 1926 ex Tx. 1931</b>																									
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	2	2	1	+	1+	2	2	1	2	3	2	·	+	·	·	+	·	·	+	·	·	+	·	+	·
<i>Calamagrostis canescens</i> (Weber) Roth	+	+	+	+	+	1	+	1	1	+	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
<i>Carex elongata</i> L.	1	1	+	1	1	+	1	1	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	+	1	+	+	1	+	+	1	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	1	+	+	2	1	+	+	+	1	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
<b>D.s. Ass. Ribeso nigri-Alnetum Sol.-Gorn.(1975) 1987</b>																									
<i>Ribes nigrum</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	2	1	2	+	+	1	+	1	2	2	+	+	2
<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Padus avium</i> Mill.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Carex acutiformis</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+
<i>Iris pseudacorus</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>D.s. All. Alnion glutinosae Malcuit 1929,</b>																									
<i>Filipendula denudata</i> (J.Presl & C.Presl) Fritsch	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Geum rivale</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Humulus lupulus</i> L.	+	·	·	+	·	·	·	+	·	·	+	·	+	·	·	+	·	·	·	+	·	+	·	·	·
<i>Padus avium</i> Mill.	·	·	+	·	+	·	·	·	+	+	·	·	·	·	+	·	·	+	·	·	+	·	+	·	+
<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	+	+	+	·	+	+	+	·	+	+	+	1	·	+	+	·	+	+	+	+	+	·	+	·
<i>Thelypteris palustris</i> (A. Gray) Schott	·	·	·	+	·	·	·	+	·	·	·	+	·	·	+	+	·	·	·	·	+	·	+	·	·
<i>Urtica dioica</i> L.	1	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	2	+	+
<b>D.s. Cl. Alnetea glutinosae Br.-Bl. Et Tx. ex Westhoff et al. 1946, O. Alnetalia glutinosae Tx. 1937,</b>																									
<i>Angelica sylvestris</i> L.	·	·	+	+	·	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	·	+	+	+	+	+	+

Продовження табл. 2

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Frangula alnus</i> Mill.	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	·	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Galium elongatum</i> C.Presl	+	·	·	+	+	+	·	+	+	+	+	·	+	·	+	+	·	·	+	+	+	+	·	+	+
<i>Salix aurita</i> L.	+	+	+	·	+	·	+	+	·	+	·	+	+	·	+	+	·	·	+	+	+	+	·	+	·
<i>Salix cinerea</i> L.	·	·	+	·	+	·	+	+	·	+	·	+	+	·	+	+	+	+	+	·	·	+	·	+	·
<i>Salix pentandra</i> L.	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	·	·	+	+	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+
<b>Інші види:</b>																									
<i>Juncus effusus</i> L.	·	·	+	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
<i>Filipendula denudata</i> (L.) Maxim.	·	·	·	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	+	·	·	+	·
<i>Lythrum salicaria</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	·	+	·
<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	+	·
<i>Ranunculus repens</i> L.	·	·	·	·	·	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	+	·	·	·	·	·
<i>Caltha palustris</i> L.	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	+
<i>Glechoma hederacea</i> L.	+	·	·	·	·	+	·	·	·	+	·	·	·	·	·	+	+	+	+	·	·	·	+	·	·
<i>Galium palustre</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+
<i>Galium aparine</i> L.	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	+	·	·	+	·	·	·	·
<i>Poa palustris</i> L.	+	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
<i>Rubus caesius</i> L.	·	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+
<i>Anemone nemorosa</i> (L.) Holub	·	+	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	+	·	·	+	·
<i>Betula pendula</i> Roth	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	+	·	·	·
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·
<i>Milium effusum</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	+	+
<i>Chelidonium majus</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	+	+	·
<i>Geum urbanum</i> L.	+	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	·	·	+

**Синтаксони:** 1 – *Carici elongatae-Alnetum* W.Koch 1926 ex Tх. 1931, 2 – *Ribeso nigri-Alnetum* Sol.-Gorn.(1975) 1987

**Місцезнаходження описів:** 1-4 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Тупичів; 5-6 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Роїще, Халявин; 7-9 – Чернігівський р-н, між селами Великий Листвен, Смичин; 10-11 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Городище, Синявка; 12-15 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Данилівка, Величківка; 16-19 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, околиці с. Лави; 20 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, с. Рудка; 21 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Селянська Слобода, 22 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Івашківка; 23-25 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Петрушин.

**Дата:** 1-4 – 14.07.2011; 5-6 – 20.06.2009; 7-9 – 3.07.2018; 10-11 – 19.07.2014; 12-15 – 9.07.2012; 16-19 – 23.06.2010; 20 – 14.07.2019, 21-22 – 5.07.2016, 23-25 – 15.07.2011.

**Автор описів:** О. Яковенко

Таблиця 3

Фітоценотична характеристика угруповань союзів *Carpinion betuli* Issler 1931,  
*Quercus roboris-Tilio cordatae* Solomeshch et Laivins ex Bulokhov et Solomeshch in Bulokhov et Semenishchenkov 2015

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Площа [m <sup>2</sup> ]	440	420	420	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Чагарниковий ярус [%]	25	20	30	20	20	25	20	10	15	10	25	25	20	25	15
Трав'яний ярус [%]	75	70	90	90	90	85	80	80	85	90	85	85	85	85	85
<b>Синтаксони</b>	1				2						3				
<b>D.s. Ass. Stellario holosteeae-Carpinetum betuli Oberd.1957</b>															
<i>Asarum europaeum</i> L.	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula trachelium</i> L.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus betulus</i> L.	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium sylvaticum</i> L.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	+	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melica nutans</i> L.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria holostea</i> L.	+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>D.s. Ass. Tilio cordatae-Carpinetum betuli Tracz. 1962</b>															
<i>Anemone nemorosa</i> (L.) Holub	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i> L.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Tilia cordata</i> L.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<b>D.s. All. Carpinion betuli Issler 1931</b>															
<i>Acer campestre</i> L.	+	.	+	.	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Actaea spicata</i> L.	1	+	+	+	+	+	+	1	+	+	.	.	.	.	.
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Carex pilosa</i> Scop.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Circaea lutetiana</i> L.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> L.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	+	+	+	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Euonymus europaea</i> Franch.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	+	.	+	.	+	.
<i>Galium intermedium</i> Schult.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.

Продовження табл. 3

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	+	+	+	+	·	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·
<i>Lilium martagon</i> L.	+	+	·	+	·	1	+	+	·	+	·	·	·	·	·
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	·	·	+	·	+	·	+	+	+	·	·	·	·	·
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt	·	+	·	+	·	+	·	+	+	+	·	·	·	·	·
<i>Melampyrum nemorosum</i> L.	+	+	·	+	+	+	·	+	+	+	·	·	·	·	·
<i>Milium effusum</i> L.	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	·	·	·	·	·
<i>Paris quadrifolia</i> L.	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·
<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	·	·	·	·	·
<i>Ranunculus cassubicus</i> L.	+	·	·	·	·	+	+	·	+	+	·	·	·	·	·
<i>Ulmus glabra</i> Huds.	+	+	+	+	+	+	1	+	·	+	·	·	·	·	·
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·
<i>Viola hirta</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	·	·	·	·
<b>D.s. Ass. Mercurialo perennis-Quercetum roboris Bulokhov et Solomeshch 2003</b>															
<i>Acer platanoides</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	+	·	+	+	·	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+
<i>Convallaria majalis</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Corylus avellana</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Padus avium</i> Mill.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Rubus saxatilis</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<b>D.s. All. Quercu roboris-Tilion cordatae Solomeshch et Laivin's ex Bulokhov et Solomeshch in Bulokhov et Semenishchenkov 2015</b>															
<i>Acer tataricum</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Euonymus europaea</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Mercurialis perennis</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Milium effusum</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Paris quadrifolia</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Stachys sylvatica</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	+	+	+	+
<b>D.s. Cl. Carpino-Fagetea sylvaticae Jakucs ex Passarge 1968, O. Carpinetalia betuli P. Fukarek 1968</b>															
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+

Продовження табл. 3

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Allium ursinum</i> L.	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	·	·	+	+
<i>Circaea Lutetiana</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	·	·	+	+
<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweigg. & Körte	+	+	+	+	+	+	+	·	+	·	+	+	+	+	+
<i>Epilobium montanum</i> L.	·	·	+	1	+	+	+	+	+	·	+	·	+	+	·
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	·	·	+	+	+	+	1	+	+	·	+	·	+	+	·
<i>Euonymus verrucosa</i> Franch.	·	·	+	1	+	+	+	+	+	·	+	·	+	+	·
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	·	+	·	·
<i>Ficaria verna</i> Huds.	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	·	+
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+	1	+	+	+	+	·	1	+	+	+	+	·	+
<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. & Kit.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lathraea squamaria</i> L.	+	+	·	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Poa nemoralis</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+
<i>Populus tremula</i> L.	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Primula veris</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Scilla bifolia</i> L.	+	·	·	·	·	+	+	+	·	+	+	+	·	·	·
<i>Stachys sylvatica</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+
<i>Stellaria nemorum</i> L.	+	+	+	·	+	+	+	+	·	+	+	+	+	·	+
<i>Vinca minor</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	·	+
<b>Інші види:</b>															
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	·	·	+	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	+
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	+	·	·	+	·	·	+	+	+	·	+	+	·	·	·
<i>Betula pendula</i> Roth	+	+	·	+	·	+	·	·	+	+	·	+	+	+	·
<i>Chelidonium majus</i> L.	·	·	+	·	+	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·
<i>Geum urbanum</i> L.	+	+	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	+

**Синтаксони:** 1 – *Stellario holosteae-Carpinetum betuli* Oberd.1957, 2 – *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* Tracz. 1962, 3 – *Mercurialo perennis-Quercetum roboris* Bulokhov et Solomeshch 2003

**Місцезнаходження описів:** 1–4 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, с.Седнів; 5-6 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Седнів, Макішин; 7–10 – Корюківський р-н, між селами Чорнотичі, Кудрівка; 11–12 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Левковичі; 13–14 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Товстоліс; 15 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Жукотки.

**Дата:** 1–4 – 11.07.2014; 5–6 – 23.06.2010; 7–10 – 7.07.2019; 11–12 – 1.07.2012; 13–14 – 09.07.2017; 15 – 1.07.2012.

**Автор описів:** О. Яковенко

Таблиця 4

Фітоценотична характеристика угруповань союзу *Festuco-Pinion sylvestris* Passarge 1968

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Площа [m <sup>2</sup> ]	350	400	450	380	350	430	480	400	430	450	450	360	350	400	430	450	450	360	360	430
Чагарниковий ярус [%]																				
Трав'яний ярус [%]	75	70	90	90	90	85	80	80	85	90	85	85	85	85	85	85	85	85	85	95
<b>Синтаксони</b>	1																			
<b>D.s. Ass. Calamagrostio arundinaceae-Pinetum sylvestris</b> Shevchyk et V.Sl. 1996																				
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	1	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	1
<i>Poa angustifolia</i> L.	+	2	+	1	1	+	2	+	2	+	+	2	+	1	1	+	2	+	2	1
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	2	+	2	+	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	+	+	+	+	+
<b>D.s. All. Festuco-Pinion sylvestris</b> Passarge 1968																				
<b>D.s. O. Festuco-Pinetalia sylvestris</b> Passarge 1968																				
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asperula tinctoria</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Betula pendula</i> Roth	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Carex ericetorum</i> Pollich	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Pinus sylvestris</i> L.	2	2	3	1	3	2	3	1	3	2	3	3	2	2	2	1	3	1	+	3
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Thymus serpyllum</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medik.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola rupestris</i> L.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>D.s. Cl. Pyrolo-Pinetea sylvestris</b> Korneck 1974																				
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	+	+	+	.
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> (Fisch. ex Wol.) Klásk.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.
<i>Koeleria glauca</i> DC.	.	+	.	+	.	+	.	+	+	.	+	.	+	+	+	.	.	.	+	+
<i>Pulsatilla patens</i> L.	+	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Pulsatilla pratensis</i> Mill.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+
<i>Silene chlorantha</i> Ehrh.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.

Продовження табл. 4

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Інші види:</b>																				
<i>Frangula alnus</i> Mill.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Convallaria majalis</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+
<i>Populus tremula</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.
<i>Rumex acetosella</i> L.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunella grandiflora</i> (L.) Turra	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Silene nutans</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.

**Синтаксони:** 1 – *Calamagrostio arundinaceae-Pinetum sylvestris* Shevchyk et V.Sl. 1996

**Місцезнаходження описів:** 1–3 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Халявин, Роїще; 4–5 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Полуботки; 6 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Михайло-Коцюбинське; 7–8 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Льгівка; 10–11 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Лашуки, Макішин; 12 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Андріївка; 13–15 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці с. Зайці; 16 – м. Чернігів, РЛП Ялівщина; 17 – Чернігівська обл., північні околиці м. Чернігів; 18–19 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селищем Березна і с. Кам'янка; 20 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Малинівка.

**Дата:** 1–3 – 10.07.2010; 4–5 – 18.06.2019; 6 – 14.07.2018; 7–8 – 9.07.2020; 9 – 9.07.2020; 10–11 – 13.07.2015; 12 – 9.07.2020; 13–15 – 09.07.2013; 16–17 – 19.07.2018; 18–19 – 17.07.2014; 20 – 16.07.2011.

**Автор описів:** О. Яковенко



Таблиця 5

Фітоценотична характеристика угруповань союзу *Agrostio-Quercion petraeae* Scamoni et Passarge 1959

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Площа [m <sup>2</sup> ]	440	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Чагарниковий ярус [%]	25	20	30	30	30	35	10	10	15	20	15	25	20	20	20	15
Трав'яний ярус [%]	75	70	90	90	90	85	80	80	85	90	85	85	85	85	85	85
<b>Синтаксони</b>	1															
<b>D.s. Ass. <i>Quercus robori</i> - <i>Pinetum</i> (W.Matuszkiewicz 1981) J.Matuszkiewicz 1988</b>																
<i>Anemone nemorosa</i> (L.) Holub	+	+	·	·	·	+	+	·	·	·	+	·	+	+	·	+
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	+	+	·	·	·	+	+	·	2	+	+	·	·	+	·	·
<i>Carex digitata</i> L.	·	·	1	·	+	·	+	+	·	·	+	·	1	·	+	·
<i>Corylus avellana</i> L.	·	2	·	·	·	2	·	·	·	+	+	·	·	·	+	+
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt	·	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	·	+	+	·
<i>Melica nutans</i> L.	·	·	+	1	·	+	+	+	+	+	+	1	·	+	·	·
<i>Oxalis acetosella</i> L.	·	·	+	·	·	+	+	+	+	+	+	·	+	·	+	·
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	+	·	·	·	·	·	·	1	·	+	·	·	·	·	·	·
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
<b>D.s. All. <i>Agrostio-Quercion petraeae</i> Scamoni et Passarge 1959</b>																
<i>Fagus sylvatica</i> L.	·	·	1	·	1	+	1	·	1	1	·	1	1	·	+	+
<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	+	1	+	1	1	1	+	1	1	+	+	1	·	·	+	·
<i>Carpinus betulus</i> L.	·	1	·	1	·	·	1	1	+	1	1	1	1	+	·	·
<i>Hedera helix</i> L.	1	·	·	1	1	1	+	+	·	1	·	·	1	·	+	·
<i>Lonicera periclymenum</i> L.	1	1	1	1	1	+	1	1	·	1	1	1	+	+	·	+
<i>Rubus fruticosus</i> L.	·	·	1	·	1	1	1	1	1	1	1	+	1	·	+	·
<i>Avenella flexuosa</i> (L.) Drejer	1	1	1	1	·	·	·	·	1	1	·	1	+	+	+	·
<i>Sarothamnus scoparius</i> (L.) Link	·	·	+	1	·	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	·
<b>D.s. O. <i>Quercetalia roboris</i> R.Tx. 1931</b>																
<b>D.s. Cl. <i>Quercetea robori-petraeae</i> Br.-Bl. ex R.Tx. 1943</b>																
<i>Hieracium laevigatum</i> Willd.	+	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	·	+	·
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	+	+	·	+	+	+	·	1	+	+	+	+	·	·	·	·
<i>Quercus robur</i> L.	1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	+	+	+	+	+	+
<b>Інші види:</b>																
<i>Frangula alnus</i> Mill.	·	+	+	·	+	·	+	+	+	·	·	+	+	+	+	·
<i>Betula pendula</i> Roth	+	·	+	+	+	·	+	+	·	+	+	·	+	·	·	+

Продовження табл. 5

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	·	+	·	+	·	·	·	+	+	+	·	·	·	·	+	·
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill	+	+	+	·	+	+	·	+	·	+	+	+	·	·	·	·
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
<i>Rubus saxatilis</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·
<i>Koeleria glauca</i> DC.	·	+	·	·	·	·	·	·	+	+	·	+	·	·	·	+
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	·	·	+	·	·	·	·	+	·	·	+	·	·	·	·	·
<i>Nardus stricta</i> L.	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	+	+	·	·
<i>Rubus caesius</i> L.	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	+	·	·	+
<i>Hypericum perforatum</i> L.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·

**Синтаксони:** 1 – *Quercus robur*-*Pinetum* (W.Matuszkiewicz 1981) J.Matuszkiewicz 1988

**Місцезнаходження описів:** 1 – Чернігівська обл., м.Чернігів, РЛП Ялівщина; 2–3 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці с. Макішин; 4–8 – Чернігівський р-н, між селами Товстоліс, Березанка; 9–10 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці с. Полуботки; 11 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Деснянка, Халявин; 12–13 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці с. Михайло-Коцюбинське; 14 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селищем Седнів і с. Макішин; 15–16 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Лозове, Чорнотичі.

**Дата:** 1–3 – 12.07.2009; 4–5 – 23.06.2019; 6–8 – 5.07.2019; 9–10 – 16.07.2011; 11 – 19.07.2014; 12–13 – 17.06.2015; 14 – 27.06.2019; 15–16 – 11.07.2020.

**Автор описів:** О. Яковенко

Таблиця 6

Фітоценотична характеристика угруповань союзу *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadac et Sofron 1980

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Площа [m <sup>2</sup> ]	440	400	600	625	420	625	600	600	625	600	600	600	625	625	625	400	400	500	500	400	400	625	625	400	400
Чагарниковий ярус [%]	25	20	30	30	30	35	10	10	15	20	15	25	20	20	20	25	20	30	30	30	35	10	10	15	20
Трав'яний ярус [%]	75	70	90	90	90	85	80	80	85	90	85	85	85	85	85	85	85	85	85	95	75	70	90	90	90
Синтаксони	1																								
<b>D.s. Ass. <i>Elytrigio repentis-Robinietaum</i> Smetana 2002</b>																									
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Galium aparine</i> L.	+	·	+	1	·	+	+	1	+	+	+	1	+	+	+	+	+	1	+	·	+	1	+	+	+
<i>Leonurus villosus</i> Desf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>D.s. All. <i>Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae</i> Hadac et Sofron 1980</b>																									
<i>Ballota nigra</i> L.	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Rubus caesius</i> L.	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	·	·	+	+	+	+
<b>D.s. O. <i>Chelidonio-Robinietaalia pseudoacaciae</i> Jurko ex Hadac et Sofron 1980</b>																									
<b>D.s. Cl. <i>Robinetea</i> Jurko ex Hadač et Sofron 1980</b>																									
<i>Acer negundo</i> L.	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	+	+	+	·	·	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	·	·	+	+	+	+	+	+
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	·	+
<i>Lactuca serriola</i> L.	·	·	+	+	·	·	+	+	+	·	+	·	+	+	+	+	+	+	·	·	·	+	+	·	+
<i>Lapsana communis</i> L.	·	·	+	+	+	+	+	·	+	·	+	·	+	·	·	·	+	+	·	+	·	+	+	+	+
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sambucus nigra</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Інші види</b>																									
<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. & Kitam.	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·

Продовження табл. 6

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> (Fisch. ex Wol.) Klásk.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea phrygia</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cichorium intybus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Dianthus fischeri</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i> L.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Eryngium planum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Euphorbia stricta</i> L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Синтаксони: 1 – *Elytrigio repentis-Robiniatum* Smetana 2002

Місцезнаходження описів: 1–5 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Козляничі, Рудня; 6–8 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Кудрівка, Ляшківці; 9–10 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці с. Клементинівка; 11–13 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Малинівка; 14–16 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці с. Петрушин; 17–19 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці с. Звеничів; 20–22 – Чернігівська обл., північні околиці м. Чернігів; 23–25 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Лашуки.

Дата: 1–5 – 17.07.2008; 6–8 – 20.06.2010; 9–10 – 13.07.2010; 11–13 – 18.07.2011; 14–16 – 29.06.2012; 17–19 – 12.07.2014; 20–22 – 15.07.2017; 23–25 – 16.06.2019.

Автор описів: О. Яковенко

Таблиця 7

Фітоценотична характеристика угруповань союзу *Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae* Hadac et Sofron ex Vitkova in Chytry 2013

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Площа [m <sup>2</sup> ]	440	400	600	500	600	600	400	500	500	400	400	600	600	600	400	400	400	600	600	400	400	600	600	400	400
Чагарниковий ярус [%]	25	20	30	30	30	35	10	10	15	20	15	25	20	20	25	20	30	30	30	35	10	10	15	20	
Трав'яний ярус [%]	75	70	90	90	90	85	80	80	85	90	85	85	85	85	85	85	85	85	85	95	95	70	90	90	90
Синтаксони	1									2									3						
<b>D.s. Ass. Galio aparines-Robiniatum Scepka 1982 prov</b>																									
<i>Acer tataricum</i> L.	•	•	•	+	+	+	1	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Viburnum lantana</i> L.	+	+	+	+	•	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	+	+	+	+	•	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Cerasus vulgaris</i> Mill.	+	+	1	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Crataegus pseudokyrstostyla</i> Klokov	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Galium aparine</i> L.	+	1	+	+	+	1	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Strophostoma sparsiflora</i> Turcz.	+	+	+	•	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Geranium robertianum</i> L.	•	+	+	•	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Bromopsis inermis</i> (Leys.) Holub	•	+	+	+	+	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Carex praecox</i> Schreb.	+	+	+	+	+	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Carex digitata</i> L.	+	+	+	+	•	•	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Carex muricata</i> Jungh.	+	+	+	+	+	•	•	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Ranunculus illyricus</i> L.	+	1	+	+	+	+	•	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+	1	+	1	+	+	•	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Allium oleraceum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<b>D.s. Ass. Chelidonio-Robiniatum Jurko 1963</b>																									
<i>Achillea millefolium</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	•	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Atriplex patula</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	•	+	+	•	•	+	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Chenopodium album</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	+	+	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Plantago major</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	•	+	•	+	•	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Quercus robur</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	•	•	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Acer campestre</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	+	•	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Acer platanoides</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Carpinus betulus</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Corylus avellana</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Euonymus europaeus</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	•	+	+	•	+	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	+	•	+	+	+	•	+	•	•	•	•	•	•	•
<i>Adoxa moschatellina</i> L.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+	•	+	+	+	+	+	+	•	•	•	•	•	•	•

Продовження табл. 7

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Gagea lutea</i> Ker Gawl.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Viola hirta</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Viola odorata</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Moehringia trinervia</i> [Clairv.]	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Asarum europaeum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Anemonoides ranunculoides</i> (L.) Holub	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. & Kit.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Poa nemoralis</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Milium effusum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
<b>D.s. Ass. Sambuco nigrae-Robinetum Scepka 1982</b>																											
<i>Acer negundo</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	1	+	1		
<i>Sambucus nigra</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	+	+	+	+		
<i>Urtica dioica</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	1	+	+	+		
<b>D.s. All. Chelidonio majoris-Robinion pseudoacaciae Hadac et Sofron ex Vitkova in Chytry 2013</b>																											
<b>D.s. O. Chelidonio-Robinietalia pseudoacaciae Jurko ex Hadac et Sofron 1980</b>																											
<i>Chelidonium majus</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	1	+	+	+	+	2	1	+	.	.	.	.	.	.		
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	.	+	+	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	+	+		
<i>Lactuca serriola</i> L.	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	.	+	.	.	+	.	+	.	+		
<i>Leonurus villosus</i> L.	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	.		
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	2	+	1	1	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<b>D.s. Cl. Robinetea Jurko ex Hadač et Sofron 1980</b>																											
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Lapsana communis</i> L.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.		
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+		

Продовження табл. 7

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>Інші види</b>																									
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. & Kitam.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Centaurea phrygia</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cichorium intybus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.
<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eryngium planum</i> L.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Euphorbia stricta</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lavatera thuringiaca</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Melilotus albus</i> Medik.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melilotus officinalis</i> Pall.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Psammodiella muralis</i> L.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.

**Синтаксони:** 1 – *Galio aparines-Robinetum* Scepka 1982; 2 – *Chelidonio-Robinetum* Jurko 1963; 3 – *Sambuco nigrae-Robinetum* Scepka 1982

**Місцезнаходження описів:** 1–3 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селищем Седнів і с. Макішин; 4–6 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Лозове, Чорнотичі; 7–9 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, околиці с. Кудрівка; 10–12 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці с. Петрушин; 13–15 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Тупичів, Великий Листвен; 16–18 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, околиці с. Городище; 19–20 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між селами Степанівка, Дягова; 21–22 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, околиці с. Покровське; 23–25 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селищем Седнів і с. Макішин.

**Дата:** 1–3 – 4.07.2009; 4–6 – 15.07.2009; 7–9 – 13.07.2010; 10–12 – 4.07.2008; 13–15 – 22.07.2012; 16–18 – 18.07.2015; 19–20 – 10.07.2012; 21–22 – 5.07.2018; 23–25 – 16.07.2021.

**Автор описів:** О. Яковенко

Таблиця 8

Фітоценотична характеристика угруповань союзу *Chelidonio-Acerion negundo* L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1989

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Площа [m <sup>2</sup> ]	400	600	500	600	600	400	500	500	400	400	600	600	600	400	400	400	600	600	400	400
Чагарниковий ярус [%]	25	20	30	30	30	35	10	10	15	20	15	25	20	20	20	25	20	30	30	30
Трав'яний ярус [%]	75	70	90	90	90	85	80	80	85	90	85	85	85	85	85	85	85	85	85	95
<b>Синтаксони</b>	1																			
<b>D.s. Ass. <i>Chelidonio-Aceretum negundi</i> L. Ishbirdina et A. Ishbirdin 1989</b>																				
<i>Acer negundo</i> L.	2	1	+	+	+	2	+	1	+	1	+	1	+	2	1	+	1	1	+	+
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	+	+	+	+	·	·	·	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chelidonium majus</i> L.	+	+	·	+	1	+	+	+	+	+	1	1	+	1	+	+	1	1	+	+
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>D.s. All. <i>Chelidonio-Acerion negundo</i> L. Ishbirdin et A. Ishbirdin 1989</b>																				
<i>Chaerophyllum temulum</i> L.	+	+	·	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lamium maculatum</i> L.	+	+	+	·	+	·	+	+	+	+	+	+	·	+	·	+	·	·	+	·
<i>Leonurus villosus</i> Desf.	+	+	·	+	·	+	+	·	+	+	·	+	+	+	+	·	+	+	·	+
<i>Myosotis sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl	+	+	+	+	+	·	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>D.s. O. <i>Chelidonio-Robinetalia pseudoacaciae</i> Jurko ex Hadac et Sofron 1980</b>																				
<b>D.s. Cl. <i>Robinetea</i> Jurko ex Hadač et Sofron 1980</b>																				
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lapsana communis</i> L.	+	+	+	·	+	·	+	+	·	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	+
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Desf.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	+
<b>Інші види</b>																				
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	+	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·
<i>Artemisia scoparia</i> Waldst. & Kitam.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·	·
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> L.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·



Продовження табл. 8

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>Centaurea phrygia</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Cichorium intybus</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
<i>Echium vulgare</i> L.	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Equisetum pratense</i> Ehrh.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	
<i>Eryngium planum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia stricta</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i> L.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	
<i>Lavatera thuringiaca</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melilotus albus</i> Medik.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Melilotus officinalis</i> Pall.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Psammophiliella muralis</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus caesius</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Salvia pratensis</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio jacobaea</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**Синтаксони:** 1 – *Chelidonio-Aceretum negundi* L. Jshbirdina et A. Jshbirdin 1989

**Місцезнаходження описів:** 1–4 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Куликівка, Макішин; 5–6 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, околиці селища Березна; 7–9 – Чернігівський р-н, Корюківський р-н між с. Волосківці і м. Мена; 10–11 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, околиці с. Покровське; 12–13 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, між с. Данилівка і м. Мена; 14–15 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, між селами Роїще, Великі Осняки; 16–17 – Чернігівська обл., Корюківський р-н, околиці с. Лави; 18 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, поблизу с. Селянська Слобода; 19–20 – Чернігівська обл., Чернігівський р-н, с. Рудка.

**Дата:** 1–4 – 7.07.2008; 5–6 – 26.06.2009; 7–9 – 8.07.2010; 10–11 – 12.07.2012; 12–13 – 19.07.2014; 14–15 – 17.07.2016; 16–17 – 16.07.2017; 18 – 16.07.2018; 19–20 – 16.07.2021.

**Автор описів:** О. Яковенко

## References

- Andrienko, T.L. (ed.) (2006). *Phytodiversity of Ukrainian Polesie and its conservation*. Phytosociocenter. (in Ukrainian)  
Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона / Під ред. Т.Л. Андриєнко. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 316 с.
- Andrienko, T. L. (Ed.). (2013). *Biological and landscape diversity of the Left Bank Polesie nature reserve forest territories within the Chernihiv region*. Golden Gate. (in Ukrainian)  
Біологічне та ландшафтне різноманіття лісових територій ПЗФ Лівобережного Полісся в межах Чернігівської області / під заг. ред. Т.Л. Андриєнко. Чернігів: Золоті ворота, 2013. 214 с.
- Hlibko, M. I. (1955). Soils of Polesie URSR. *Essays about nature and agriculture of Ukrainian Polesie*, 213–258. (in Ukrainian)  
Глібок М. І. Грунти Полісся УРСР. *Нариси про природу і сільське господарство Українського Полісся*. Київ, 1955. С. 213–258.
- Lukash, O. V. (1997). The forest vegetation of the Desna – Oster interfluves. *Ukrainian Botanical Journal*, 54(6), 564–568. (in Ukrainian)  
Лукаш О.В. Лісова рослинність межиріччя Десна – Остер. *Укр. ботан. журн.* 1997. 54, №6. С. 564–568.
- Lukash, O. V. (2008) *The flora of the Eastern Polesie vascular plants: the history of the study, conspectus*. Phytosociocenter. (in Ukrainian)  
Лукаш О.В. Флора судинних рослин Східного Полісся: історія дослідження, конспект. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 436 с.
- Lukash, O., & Merkulov, Yu. (2023). The spruce forests of the Eastern Polesie Dnieper part under a changing climate. *Biota, Human, Technology*, 2, 8–20 (in Ukrainian)  
Лукаш О., Меркулов Ю. Ялиники придніпровської частини Східного Полісся в умовах зміни клімату. *Biota, Human, Technology*. 2023. №2. С. 8–20
- Lukash, O., Yakovenko, O., & Miroshnyk, I. (2018). The mechanical degradation of the land surface and the present state of the loess «islands» plant cover of Chernihiv Polesie (Ukraine). *Ecological Questions*, 29(4), 23-34. <https://doi.org/10.12775/EQ.2018.026>
- Lukash, O., Miroshnyk, I., Yakovenko, O., & Strilets, S. (2019). The vegetation of the cretaceous outcrops of Novhorod-Siverskyi Polesie loess «islands» (Ukraine) and the new locality of *Gentiana cruciata* L. *Ecological Questions*, 30(1), 21–33. <https://doi.org/10.12775/EQ.2019.005>
- Matuszkiewicz, W. (2019). *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski [Guide to the determination of Polish plant communities]*. Wydawnictwo Naukowe PWN
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., García, R. G., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F. J. A., Bergmeier, E., Guerra, A. S., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J. H. J., Lysenko, T., Didukh, Y. P., Pignatti, S., Rodwell, J. S., Capelo, J., Weber, H. E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S. M., & Tichý, L. (2016). Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19(S1), 3–264. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/avsc.12257>
- The forest vegetation. (n.d.). Ukrainian geobotanical website. Retrieved September 04, 2023, from <https://geobot.org.ua/syntaxonomy/633/> (in Ukrainian)  
Лісова рослинність. *Український геоботанічний сайт*. URL: <https://geobot.org.ua/syntaxonomy/633/> (дата звернення: 04.09.2023).

WFO (2023). Plant List. In *World Flora Online. Version 2023.06*. Retrieved September 14, 2023, from <https://wfo.plantlist.org/plant-list/>

Yakovenko, O. (2023). Geoinformational analysis of the Chernihiv Polesie loess «islands» forest vegetation changes. *Biota, Human, Technology*, 2, 31–40 (in Ukrainian)

Яковенко О. Геоінформаційний аналіз змін лісової рослинності лесових «островів» Чернігівського Полісся. *Biota, Human, Technology*. 2023. № 2. С. 31–40

Received: 07.12.2023. Accepted: 26.12.2023. Published: 19.01.2024.

**Ви можете цитувати цю статтю так:**

Яковенко О. Лісова рослинність лесових «островів» Чернігівського Полісся. *Biota, Human, Technology*. 2023. №3. С. 34–59

**Cite this article in APA style as:**

Yakovenko, O. (2023). The forest vegetation of the Chernihiv Polesie loess «islands». *Biota, Human, Technology*, 3, 34–59 (in Ukrainian)

**Information about the author:**

**Yakovenko O.** [*in Ukrainian: Яковенко О.*], Teacher, email: [ajakov2@gmail.com](mailto:ajakov2@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-1417-6042 ResearcherID: AAF-7401-2021 Scopus–AuthorID: 57205261327

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

UDC 582.637.1

**Юлія Ступак****ФЕНОЛОГІЧНІ ФАЗИ РОЗВИТКУ *ULMUS PUMILA* L.  
У ВЕСНЯНО-ЛІТНІЙ ПЕРІОД У М. ЧЕРНІГОВІ***Yuliia Stupak***PHENOLOGICAL PHASES OF THE *ULMUS PUMILA* L. DEVELOPMENT  
IN SPRING AND SUMMER PERIOD IN THE CHERNIHIV CITY**

DOI: 10.58407/bht.3.23.4

**АНОТАЦІЯ**

*Ulmus pumila* L. – потенційно інвазійний вид, який здатен до швидкого поширення територією Чернігівського Полісся. Відомо, що інвазія *U. pumila* відбувається за рахунок насінневого і вегетативного відтворення. Тож, для розробки заходів регуляції чисельності цього інвазійного виду необхідно вивчати його фенологічні особливості в місцях зростання.

Фенологічні явища є результатом пристосування різних видів рослин до абіотичних умов (температура, тривалість фотоперіоду, вологість, напрямок та сила вітру, кількості опадів) в конкретному місці зростання і як наслідок настання фенологічних фаз (утворення листя, бутонізація, цвітіння, плодоношення, опадання листя) які є чутливими до зміни клімату.

**Метою дослідження** є встановлення перебігу фенологічних фаз *U. pumila*, популяції якого зростають на південно-західній околиці м. Чернігова, вздовж залізничної колії.

**Матеріали і методи дослідження.** Фенологічне спостереження за *U. pumila* у весняно-літній період 2023 року проводилося відповідно до методики І.Н. Бейдемана. Впродовж весняного періоду феноспостереження проводилися через 1-2 дні, в літній період 2 рази на тиждень. Всі дані спостережень заносилися до журналу. Також кожного дня фіксувалися метеорологічні явища.

**Наукова новизна.** Представлено результати фенологічного дослідження, а саме дані перебігу фенологічних фаз інвазійного виду *U. pumila* у весняно-літній період 2023 року. Показано залежність настання тих чи інших основних фенологічних фаз і підфаз від середньодобової температури.

**Висновки.** Встановлено, що перебіг фенологічних фаз в *U. pumila* тісно пов'язаний зі змінами середньодобової температури повітря. Вегетативна фаза в *U. pumila* проходить з 22 березня по 18 квітня; фаза бутонізації – з 27 березня по 13 квітня; фенофаза цвітіння триває з 19 квітня по 3 травня; фенофаза плодоношення – з 11 травня по 22 травня.

Оскільки у другій декаді березня спостерігалася тепліша за норму температура повітря, то підфази «сокорух» і «набухання бруньок» проходили швидше, а підфази «розгортання перших листків» і «розгортання більшої частини листків» характеризуються повільним перебігом через різке зниження температури повітря в першій декаді квітня.

Перспективою подальших досліджень і спостережень за перебігом фенологічних фаз і підфаз *U. pumila* є розроблення шляхів для запобігання інвазії цього виду на території Чернігівського Полісся.

**Ключові слова:** фенологічне спостереження, *Ulmus pumila* L., температурний режим, Чернігів

**ABSTRACT**

*Ulmus pumila* L. is a potentially invasive species capable of rapid spread across the territory of Chernihiv Polesie. It is known that the invasion of *U. pumila* occurs due to seed and vegetative reproduction. Therefore, in order to develop measures to regulate the population of this invasive species, it is necessary to study its phenological features in the places of growth.

Phenological phenomena are the result of the adaptation of various types of plants to abiotic conditions (temperature, photoperiod duration, humidity, wind direction and strength, amount of precipitation) in a specific habitat and as a result of the onset of phenological phases (leaf formation, budding, flowering, fruiting, leaf fall) which are sensitive to climate change.

**The purpose of the article** is to establish the course of phenological phases of *U. pumila*, whose populations grow on the southwestern outskirts of Chernihiv city, along the railway track.

**Research materials and methods.** Phenological observation of *U. pumila* in spring and summer period of 2023 was carried out according to the methodology of I.N. Beideman. Phenological observations were carried out every 1/2 days during the spring period, 2 times a week during the summer period. All observation data were recorded in the journal. Meteorological phenomena were also recorded every day.

**Scientific novelty.** This article presents the results of a phenological study, namely, data on the course of the phenological phases of *U. pumila* (which is an invasive species) in the spring-summer period. The dependence of the onset of certain main phenological phases and subphases on the average daily temperature is presented.

**Conclusions.** During the phenological study, it was established that the course of phenological phases in *U. pumila* is closely related to changes in the average daily air temperature. According to the phenological study of *U. pumila*, which was carried out in the spring-summer period of 2023, the following can be stated: the vegetative phase in *U. pumila* takes place from 22.03 to 18.04; budding phase from 27.03 to 13.04; the flowering phenophase lasts from 19.04 to 3.05; the fruiting phenophase lasts from 11.05 to 22.05.

Since in the second decade of March, the air temperature was warmer than normal, the sub-phases of «budding» and «swelling of buds» passed faster, and the sub-phases «unfolding of the first leaves» and «unfolding of most of the leaves» are characterized by a slow course due to a sharp decrease in air temperature in the first decade April.

The prospect of further research and observations of the course of phenological phases and subphases of *U. pumila* is the development of ways to prevent the invasion of this species in the territory of Chernihiv Polesie.

**Key words:** phenological observations, *Ulmus pumila* L., temperature regime, Chernihiv city

### Постановка проблеми

Розуміння фенології допомагає розкрити біологічні характеристики рослини, оскільки дослідження і вивчення її сезонного розвитку та фенофаз дозволяє виявити певні закономірності в її життєвому циклі.

Фенологічні явища є результатом адаптації видів рослин до абіотичних умов (температури, тривалості фотоперіоду, вологості, напрямку та сили вітру, кількості опадів) в конкретному місці зростання і як наслідок настання фенологічних фаз (утворення та – опадання листя, бутонізація,

цвітіння, плодоношення) які є чутливими до зміни клімату.

Фенологічна фаза – стадія в річному циклі розвитку рослин та їх окремих органів, що характеризується явними зовнішніми морфологічними змінами (набуханням і розпусканням бруньок, розпусканням листків, ростом, цвітінням, плодоношенням тощо) (Feketa, 2013).

Об'єктом дослідження є популяція *Ulmus pumila* L. (рис. 1) на південно-східній околиці м. Чернігова.

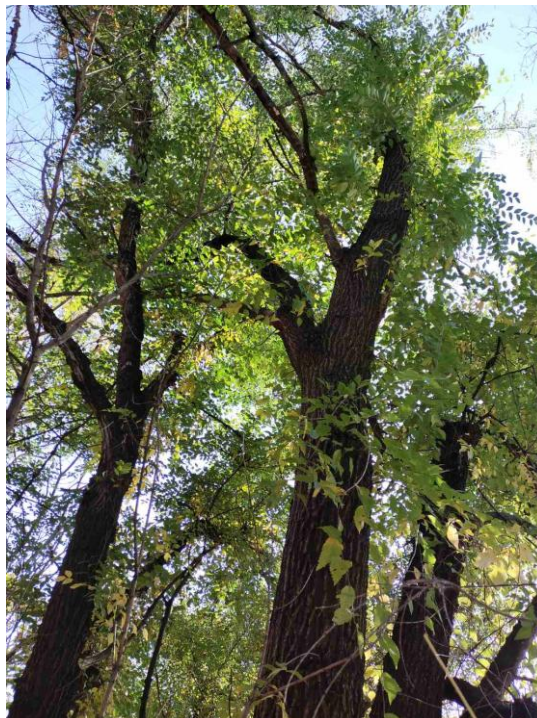


Рис. 1. Найстаріші дерева *Ulmus pumila* L. на південно-східній околиці м. Чернігова

*U. pumila* має широке природне поширення в Центральній і Північно-Східній Азії. Цей вид може досягати 5-10 метрів у висоту, і в залежності від регіону його вегетаційний період триває з початку травня до кінця вересня. У сприятливих умовах може швидко рости, найбільш сприятливими для зростання місця з великою кількістю сонячного світла. Крім того, *U. pumila* є стійкий до посухи та холоду (Batsaikhan et al., 2021).

З огляду на те, що майже половина всіх зусиль з викорінення інвазійних рослин закінчується невдачею, існує критична потреба підвищити ефективність зусиль боротьби з інвазійними видами на різних фронтах. Краще розуміння біології та фенологічних періодів інвазійних видів рослин може покращити здатність землекористувачів вибирати відповідні методи обробки рослин та застосовувати їх у польових умовах (Taylor et al., 2020)

Спостереження за перебігом фенологічних фаз *U. pumila* в умовах Правобережного Лісостепу України проводила Масловата С.А. (Maslovata, 2017).

*U. pumila* – потенційно інвазійний вид, який досить швидко поширюється територією Чернігівського Полісся. Відомо, що інвазія *U. pumila* відбувається за рахунок насінневого і вегетативного відтворення. Тож, для розробки заходів регуляції чисельності цього інвазійного виду необхідно вивчати його фенологічні особливості в місцях його зростання.

Метою дослідження є встановлення перебігу фенологічних фаз *U. pumila*, популяції якого зростають на південно-західній околиці м. Чернігова, вздовж залізничної колії.

### Матеріали і методика дослідження

Спостереження проводилося відповідно до методики І.Н. Бейдемана і передбачало такі етапи: 1) вибір об'єкту і місця спостереження; 2) встановлення термінів, проведення спостереження; 3) виявлення залежності розвитку рослини від середовища зростання (Beidman, 1974).

Для проведення фенологічного дослідження було обрано 6 середньовікових, здорових дерев виду *U. pumila*, які ростуть вздовж залізничної колії (вулиця Висока) на південно-західній околиці Чернігова. Висота

дерев сягає близько 13–15 м. Усі дерева зростають в подібних умовах.

Фенологічні спостереження за *U. pumila* розпочали у березні 2023 року, впродовж весняного періоду феноспостереження проводилися через 1-2 дні, в літній період 2 рази на тиждень. Всі дані спостережень заносилися до журналу. Також кожного дня фіксувалися метеорологічні явища.

Під фенофазою розуміли чітко виражений морфобіологічний етап у сезонному розвитку дерева або його окремих органів. Початком настання фенофази вважали коли вона проявлялася у 10 % органів, середнє (масове) її настання – не менше ніж у 50% органів і кінець – коли вона завершилася у понад 90 % органів (Sopushynskyy & Ryabchuk, 2012).

Спостереження проводяться з урахуванням наступних фенофаз і підфаз:

I (в) – вегетативна: 1 – початок сокоруху; 2 – набухання бруньок; 3 – позеленіння листкових бруньок; 4 – розвиток перших листків; 5 – розгортання більшої частини листків.

II (б) – бутонізація: 1 – набухання квіткових бруньок; 2 – формування бутонів; 3 – повна бутонізація.

III (ц) – цвітіння: 1 – початок цвітіння; 2 – масове цвітіння; 3 – кінець цвітіння.

IV (п) – плодоношення: 1 – початок утворення перших плодів; 2 – початок дозрівання плодів; 3 – масове дозрівання плодів; 4 – початок опадання плодів; 5 – опадання всіх плодів.

V (зв) – завершення вегетації: 1 – початок зміни забарвлення листків; 2 – масова зміна забарвлення листків; 3 – початок опадання листків; 4 – масовий листопад; 5 – опадання більшої частини листків; 6 – опадання майже всіх листків.

VI (пвс) – період відносного спокою (Beidman, 1974).

У весняно-літній період в *U. pumila* зафіксовані такі основні фенологічні фази: вегетативна, бутонізація, цвітіння та плодоношення.

### Результати дослідження та обговорення

Результати фенологічних спостережень за *U. pumila* і настання основних фенологічних фаз і підфаз у весняно-літній період 2023 року наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати фенологічних спостережень за *Ulmus pumila* L.  
у весняно-літній період

Основна фаза	Підфаза	Середній час настання фази і підфази
Вегетативна фаза	Початок сокоруху	22.03
	Набухання бруньок	26.03
	Позеленіння листкових бруньок	04.04
	Розвиток перших листків	9.04
	Розгортання більшої частини листків	18.04
Бутонізація	Набухання квіткових бруньок	27.03
	Формування бутонів	04.04
	Повна бутонізація	13.04
Цвітіння	Початок цвітіння	19.04
	Масове цвітіння	26.04
	Кінець цвітіння	03.05
Плодоношення	Початок утворення перших плодів	11.05
	Масове дозрівання плодів	19.05
	Опадання всіх плодів	22.05

Метеорологічні умови вегетативного періоду *U. pumila* у 2023 році характеризувалися вищими температурними показниками ніж зазвичай, але спостерігалися і різкі коливання температур, так 28 березня середньодобова температура становила 9,3 °С, а 29 березня 0 °С. В березні середньо-

добова температура була 6,8 °С, в квітні – 10,4 °С і в травні 15,5 °С. Травень характеризувався посушливим періодом.

На рис. 2. представлено фенологічний спектр розвитку *U. pumila* в залежності від середньої температури повітря.

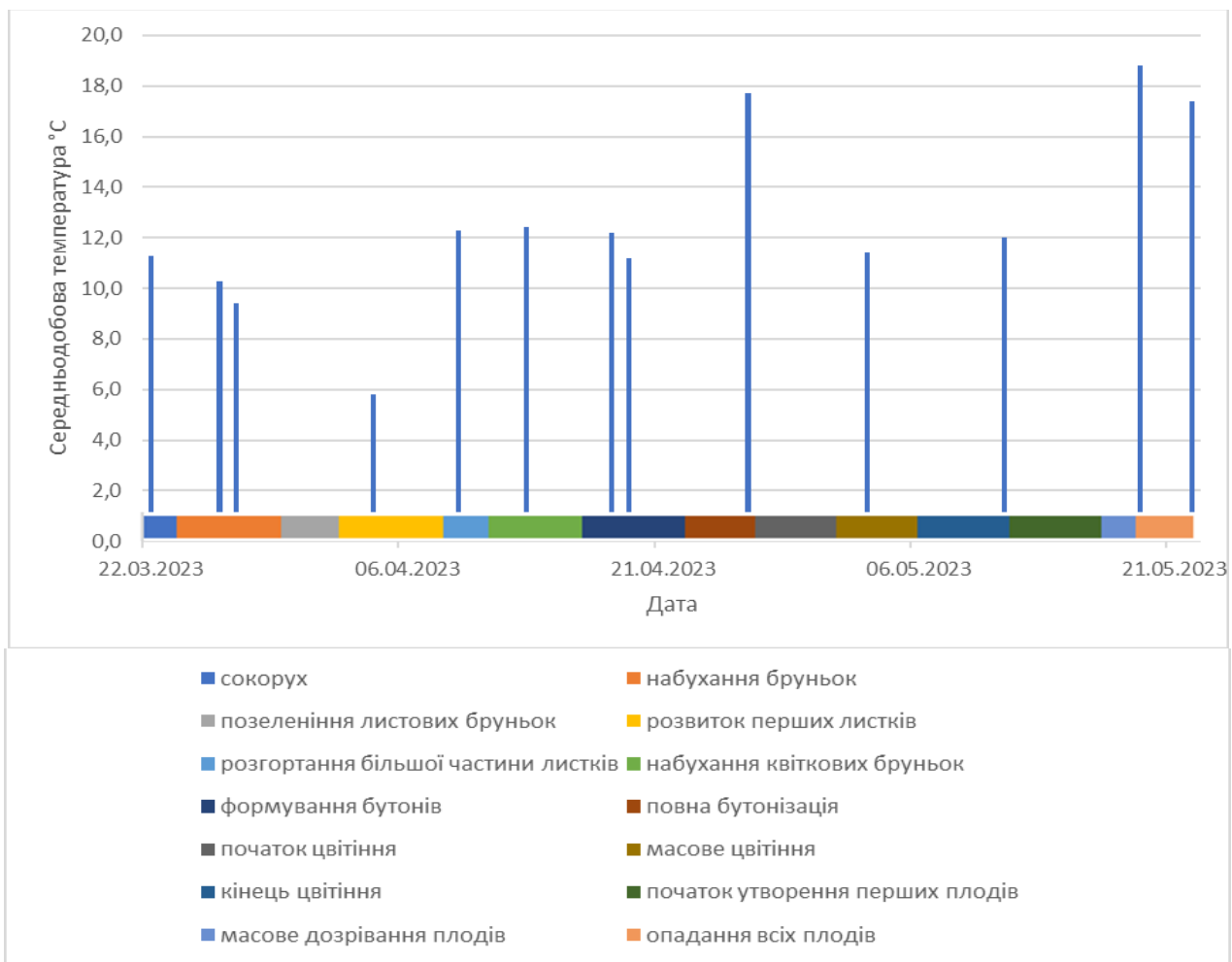


Рис. 2. Фенологічний спектр розвитку *Ulmus pumila* L. в залежності від середньої температури повітря

Отже, за результатами спостережень за перебігом основних фенологічних фаз і підфаз *U. pumila* у весняно-літній період встановлено, що підфаза «сокоруху» починається 22 березня, за середньої температури 11,3 °С. Підфаза «набухання бруньок» настає – 26 березня, за температури повітря 10,3 °С. Дата початку фенофази «позеленіння листкових бруньок» 4 квітня, температура повітря 5,8 °С, відповідно. «Розвиток перших листків» (Рис. 3) – 9 квітня за температури 12,3°С. «Розгортання більшої частини листків» зафіксовано 18 квітня за температури 12,2 °С. Тож, встановлено, що вегетативна фаза в *U. pumila* у 2023 році тривала з 22 березня до 18 квітня.

Наступна фенофаза бутонізація, яка розпочинається підфазою «набухання квіткових бруньок». Настання цієї підфази зафіксовано 27 березня за середньої температури повітря 9,4 °С. Підфаза «формування бутонів» – 4 квітня за температури 5,8 °С.

«Повна бутонізація» настає 13 квітня, температура повітря становить 12,4 °С. Фаза бутонізації в *U. pumila* у 2023 році тривала з 27 березня до 13 квітня.

Фенофаза цвітіння починається підфазою «початок цвітіння» – 19 квітня і середня температура настання цієї підфази – 11,2 °С. «Масове цвітіння» – 26 квітня за температури повітря – 17,7 °С. Фенофаза цвітіння завершується підфазою «кінець цвітіння», яка настала 3 травня за середньої температури повітря 11,4 °С. Тож, фенофаза цвітіння в *U. pumila* у досліджуваний період тривала від 19 квітня до 3 травня.

Фенофаза бутонізації триває від 27.03 до 13.04, а фенофаза цвітіння – від 19.04 до 3.05. Різна тривалість фенофаз підтверджує залежність фази цвітіння від температурного режиму, особливо має вплив перепад денної і нічної температур, який становив у цей період: +1– 6 °С о 7<sup>00</sup>, а вдень о 12<sup>00</sup> – +14 – 20 °С.





Рис. 3. Фенофаза «Розвиток перших листків»  
в *Ulmus pumila* L.

Фенофаза плодоношення розпочинається підфазою початок утворення перших плодів – 11 травня і настає за температури 12 °С. Масове дозрівання плодів – 19 травня, середня температура повітря – 18,8 °С. Опадання всіх плодів – 22 травня за середньої температури повітря 17,4 °С. Таким чином, фенофаза плодоношення в *U. pumila* у 2023 році тривала від 11 травня до 22 травня.

Плід *U. pumila* – сухий плоский крилатий горішок. Рясність плодоношення визначена за шкалою плодоношення Каппера В.Г. (Gordiienko et al., 2005) у весняно-літній період 2023 року – 3 (середнє плодоношення).

Час проходження тієї чи іншої фенологічної фази в *U. pumila* тісно пов'язане з погодними умовами, а саме з коливанням температурних показників повітря. На рис. 4 наведено динамічні зміни температурних показників повітря, зокрема щодо перебігу основних фенологічних фаз *U. pumila* у весняно-літній період за 2023 рік. Початок і закінчення основних фенологічних фаз помічено прямими вертикальними лініями, які є перпендикулярними до осі абсцис.

Отже, у *U. pumila* вегетативна фаза триває протягом третьої декади березня – другої декади квітня. Бутонізація починається в кінці третьої декади березня і закінчується в другій декаді квітня. Фаза цвітіння розпочинається в другій декаді

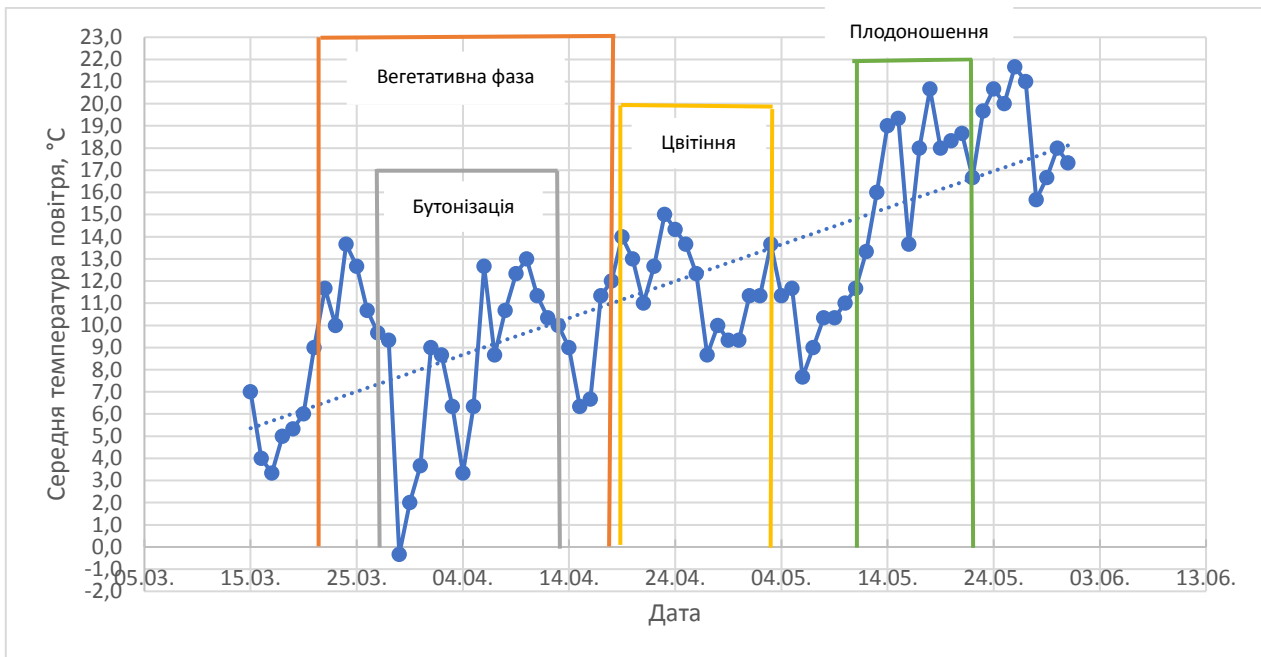
квітня і триває до першої декади травня. Плодоношення розпочинається у другій декаді травня і закінчується в третій декаді травня.

#### Висновки

На основі фенологічних спостережень за *U. pumila*, які проводилися у весняно-літній період 2023 року встановлено, що у м. Чернігові вегетативна фаза у *U. pumila* проходить з 22 березня до 18 квітня; фаза бутонізації – з 27 березня до 13 квітня; фенофаза цвітіння триває з 19 квітня до 3 травня; фенофаза плодоношення триває з 11 травня до 22 травня.

Оскільки у другій декаді березня спостерігалася тепліша за норму температура повітря, то підфази «сокорух» і «набухання бруньок» проходили швидше, а підфази «розгортання перших листків» і «розгортання більшої частини листків» характеризуються повільним перебігом через різке зниження температури повітря в першій декаді квітня.

Перспективою подальших досліджень і спостережень за перебігом фенологічних фаз і підфаз *U. pumila* є розроблення запобіжних заходів щодо інвазії цього виду на території Чернігівського Полісся.



**Рис.4.** Динамічні зміни температурних показників повітря під час перебігу основних фенофаз *Ulmus pumila* L. у весняно-літній період 2023 року

## References

- Batsaikhan, G.-E., Suren, M., Enkhbayar, B., & Dugarjav, D. (2020). Growth and biomass of siberian elm seedlings (*Ulmus pumila* L.) grown in tree nursery. *Mongolian Journal of Agricultural Sciences*, 30(2), 32–37.
- Beideman I. (1974). *Methodology for studying the phenology of plants and plant communities*. Nauka (in Russian).  
Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 156 с.
- Gordiienko, M. I., Guz, M. M., Debrinyuk, Y. M., & Maurer, V. M. (2005). *Forest plantations*. Kamula (in Ukrainian).  
Гордієнко М. І., Гузь М. М., Дебринюк Ю. М., Маурер В. М. Лісові культури: підручник. Львів: Камула, 2005. 752 с.
- Feketa, I. (2013). Phenosupervisions as component part of monitoring of climatic changes. *Scientific Bulletin of the Uzhhorod National University. Series: Geography. Land management Nature use*, 2, 26 – 31 (in Ukrainian).  
Фекета І. Ю. Феноспостереження як складова частина моніторингу кліматичних змін. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Географія. Землеустрій. Природокористування*. Ужгород, 2013. № 2. С. 26–31.
- Maslovata, S. (2017). *Biological features of species and forms of elm genus (Ulmus L.) and their use in landscaping in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine* [Thesis for PhD degree in Agricultural Sciences, National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Govt. forest agency of Resources of Ukraine, National Academy of Sciences of Ukraine, H. M. Vysotskyi Ukr. Forest Research Institute. farm and agroforestry] (in Ukrainian).  
Масловата С. А. Біоекологічні особливості видів і форм роду в'яз (*Ulmus* L.) та використання їх в озелененні у Правобережному Лісостепу України: атореф. дис. ... канд. сільськогосп. наук: 06.03.01 / Держ. агентство ліс. ресурсів України, НАН України, Укр. НДІ ліс. госп-ва та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького. Харків, 2017. 21 с.

Sopushynskyy, I., & Ryabchuk, V. (2012). Phenological features *Acer pseudoplatanus* L. *Fagus sylvatica* L. with decorative anomaly wood. *Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine*, 22.14, 14–18 (in Ukrainian).

Сопушинський І. М., Рябчук В. П. Фенологічні особливості *Acer pseudoplatanus* L. та *Fagus sylvatica* L. із декоративною аномальною деревиною. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. Львів, 2012. Вип. 22.14. С. 14–18.

Taylor, R.V., Holthuijzen, W., Humphrey, A., & Posthumus, E. (2020). Using phenology data to improve control of invasive plant species: A case study on Midway Atoll NWR. *Ecological Solutions and Evidence*, 1(1), Article 1:e12007. <https://doi.org/10.1002/eso3.12007>

Received: 24.10.2023. Accepted: 10.12.2023. Published: 19.01.2024.

Ви можете цитувати цю статтю так:

Ступак Ю. Фенологічні фази розвитку *Ulmus pumila* L. у весняно-літній період у м. Чернігові. *Biota, Human, Technology*. 2023. №3. С. 60–67

Cite this article in APA style as:

Stupak, Yu. (2023). Phenological phases of the *Ulmus pumila* L. development in spring and summer period in the Chernihiv city. *Biota, Human, Technology*, 3, 60–67. (in Ukrainian)

#### Information about the author:

Stupak Yu. [*in Ukrainian*: Ступак Ю.], Ph.D. student, email: yuli.reb100@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2514-2577

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine



# **ENVIRONMENTAL POLLUTION STRESSES AND ORGANISMS' RESPONSE**

**СТРЕСИ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ  
ТА РЕАКЦІЯ ОРГАНІЗМІВ**



UDC 502.211:582]:712.42(477.51-25)

*Олександр Лукаш, Євгеній Гутник, Віталій Морський***СУКЦЕСІЇ РОСЛИННОСТІ ПРИДОРОЖНІХ ГАЗОНІВ МІСТА ЧЕРНІГОВА  
У ЗВ'ЯЗКУ АНТРОПОГЕННИМ ТИСКОМ  
ТА ЗМІНАМИ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ***Oleksandr Lukash, Yevhenii Hutnyk, Vitalii Morskyi***VEGETATION SUCCESSIONS OF THE CHERNIHIV CITY ROADSIDE LAWNS DUE TO  
ANTHROPOGENIC PRESSURE AND WEATHER AND CLIMATE CONDITIONS CHANGES**

DOI: 10.58407/bht.3.23.5

**АНОТАЦІЯ**

**Мета роботи.** Встановлення структури, складу та динаміки придорожніх газонних культурфітоценозів м. Чернігова у зв'язку зі змінами погодно-кліматичних умов та антропогенним тиском.

**Методологія.** Матеріали зібрано під час геоботанічних досліджень придорожніх газонів м. Чернігова з 2019 р. по 2023 р. Описи газонних культурфітоценозів проводили у весняний, літній та осінній сезони на ділянках площею 1–9 м<sup>2</sup>. Виконано 65 геоботанічних описів. При вивченні динамічних процесів проводили як просторове, так і часове порівняння рослинності моніторингових ділянок газонів на різних стадіях сукцесій. Для кількісного відображення ступеня деструкції газонних культурфітоценозів застосували коефіцієнт дигресії ( $K_d$ ), що визначається як відношення площі газону без рослинного покриву до загальної площі газону, і відображається у відсотках.

**Наукова новизна.** Встановлено структуру та склад культурфітоценозів придорожніх газонів м. Чернігова. Для угруповань асоціації *Lolium perennis-Cynosuretum cristati* Tx. 1937 var. *Festuca rubra* представлено сукцесійний ряд дигресії газонних культурфітоценозів під впливом паркування автомобілів та вищипування.

**Висновки.** Придорожні культурфітоценози м. Чернігова належать до двох асоціацій (*Lolium perennis-Cynosuretum cristati* Tx. 1937 з низкою варіантів та *Lolietum perennis* Gams 1927) союзу *Cynosurion cristati* Tx. 1947 порядку *Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931 класу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Вплив паркування автомобілів на придорожніх газонах та їх вищипування у поєднанні з тривалими бездошовими періодами призводить не лише до втрати декоративності цих фітоценозів, а й до значного ущільнення ґрунтів, наслідком якого є зміна складу та ксерофітизація дерну. Антропогенні сукцесії мають чотири стадії, на останній з яких рослинний покрив газонної ділянки представлений куртинами розеткових, стійких до вищипування видів та поодиноких екземплярів однорічних бур'янів.

В екстремальних умовах без поливу для створення газонів разом з *Lolium perenne* L. слід використовувати злаки та осоки, які рекомендовані для недостатньо вологої, теплої зони, зокрема *Poa angustifolia* L., *Festuca ovina* L., *Carex praecox* Schreb., *Carex spicata* (Peterm.) Soó subsp. *spicata*. Доцільним є створення альтернативних газонів, стійких до посушливих умов. Обґрунтування наукових основ їх створення є перспективним напрямком подальших досліджень.

**Ключові слова:** антропогенний вплив, газони, динаміка рослинності, культурфітоценози, погодно-кліматичні зміни, Чернігів

## ABSTRACT

**Purpose of the work.** Establishing the structure, composition and dynamics of the Chernihiv city roadside lawns due to anthropogenic pressure and weather and climate conditions changes.

**Methodology.** The materials were collected during geobotanical studies of the Chernihiv city roadside lawns from 2019 to 2023. The vegetation descriptions were taken during the spring, summer, and autumn seasons in the areas of 1–9 m<sup>2</sup>. 65 phytosociological relevés were done. Both spatial and temporal comparisons of the lawns monitoring plots at of different vegetation successions stages were carried out when studying dynamic processes. The digression coefficient (*Kd*), defined as the ratio of the lawn area without vegetation cover to the total lawn area, and expressed as a percentage, was used to quantify the degree of the lawn cultural phytocenoses destruction.

**Scientific novelty.** The structure and composition of the Chernihiv city roadside lawns due to anthropogenic pressure and weather and climate conditions changes was established. Successive digression series of the lawn cultivated phytocenosis (the *Lolio perennis-Cynosuretum cristati* Tx. 1937 association, var. *Festuca rubra*) affected by parking and trampling is presented.

**Conclusions.** The Chernihiv city roadside lawns phytocenoses belong to two associations (*Lolio perennis-Cynosuretum cristati* Tx. 1937 with a number of variants and *Lolietum perennis* Gams 1927) of the *Cynosurion cristati* Tx. 1947 union of the *Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931 order of the *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937 class.

The impacts of parking on roadside lawns and their trampling in combination with long periods without rain leads not only to the loss of phytocenoses decorativeness, but also to significant soil compaction, the consequence of which is a change in the composition and turfgrass xerophytization. Anthropodigressive successions have four stages, in the last of which the plant cover of the lawn area is represented by curtains of rosette, trampling-resistant species and single specimens of annual weeds.

Cereals and sedges that are recommended for insufficiently humid, warm zones (*Poa angustifolia* L., *Festuca ovina* L., *Carex praecox* Schreb., *Carex spicata* (Peterm.) Soó subsp. *spicata*) together with *Lolium perenne* L. in extreme conditions without irrigation should be use to create lawns. Creating alternative lawns resistant to drought conditions is advisable. The substantiation of the scientific foundations of their creation is a promising direction for further research.

**Keywords:** anthropogenic influence, Chernihiv cultural phytocenoses, lawns, vegetation dynamics, weather and climate changes

Газони є центральним компонентом міських екосистем у всьому світі. Вони є місцем для відпочинку людей, а також виконують такі екологічні функції як фільтрація води та пом'якшення спеки в містах (Barnes, 2022). Випаровуючи велику кількість вологи під час росту, газонні травостої підвищують відносну вологість повітря і створюють прохолоду над поверхнею. Відзначається зниження температури над газонним травостоєм на 2,5–5 °C у порівнянні з відкритим ґрунтом. Фітоклімат газонів характеризується більш помірним тепловим і водяним режимом приземного прошарку повітря і поверхні ґрунту (Laptev, 1983).

В екологічно непростому міському середовищі санітарно-гігієнічні й естетичні функції газонів зберігаються тільки за ретельного догляду, створення оптимальних умов для зростання та розвитку рослин (Chokha, 2005). Поєднання естетичних уподобань та вимог щодо догляду за газонами для забезпечення сталого,

комфортного та прийнятного ґрунтового покриву потребує інтенсивних витрат на полив, добрива тощо (Larson & Brumand, 2014). Науково обґрунтоване утримування газонів не лише сприяє вирішенню низки ландшафтно-архітектурних питань, а й розв'язанню екологічних проблем урбанізованих територій.

Вивчення рослинності є складовою комплексних досліджень на надорганізменному рівні популяцій газонних екосистем (Van Dersal, 1936). Міські газони є відповідним типом рослинності, який можна цілеспрямовано включати в зони з інтенсивним рухом транспорту, і вони являють собою новий і специфічний тип рослинності, який створює міське середовище (Winkler et al., 2023).

Дернове покриття (дерен) можна визначити як будь-який низькорослий вид трав, який покриває ґрунт, може переносити рух транспорту та скошуватися (Braun et al., 2020). Міцність дернового покриття зале-

жить від властивостей ґрунту, а також складу та структури газонного культурфітоценозу. Більшість газонів у всьому світі складаються з традиційних дернових видів, таких як *Lolium arundinaceum* (Schreb.) Darbysh., *Poa pratensis* L., *Cynodon dactylon* L., а також представників родів *Festuca* Tourn. ex L. *Zoysia* Willd. (Ignatieva & Hedblom, 2018).

У екологічному аспекті важливе значення мають газони спеціального призначення – дернові покриття, що відіграють важливу роль при рекультивації зруйнованих ландшафтів: при задернінні укосів шосейних доріг і залізниць, золовідвалів ТЕЦ, заводських шлаковідвалів, укосів каналів, водоймищ і інших гідротехнічних споруджень тощо (Laptev, 1983). Як і інші перераховані газонні покриття, як один з найважливіших компонентів рослинного покриву міст, є ключовими ділянками у формуванні стабільного екологічного стану урбоєкосистеми (Chokha, 2005). Адже укриваючи значну частину території населених пунктів, газони скорочують поверхню, яка утворює пил та сильно нагрівається, чим сприяють поліпшенню мікроклімату.

Придорожні газони м. Чернігова після декоративних є другою групою газонів, що переважають за площею у м. Чернігові. Важливою складовою практичного розв'язання проблеми підтримання придорожніх газонів міста у належному функціональному стані є оцінка рослинних угруповань газонів у залежності від дії різних чинників оточуючого середовища.

Метою нашого дослідження є встановлення структури, складу та динаміки придорожніх газонних культурфітоценозів м. Чернігова у зв'язку зі змінами погодно-кліматичних умов та антропогенним тиском.

#### Матеріали та методи дослідження

Матеріали зібрано під час досліджень придорожніх газонів м. Чернігова з 2019 р. по 2023 р. із використанням геоботанічних методів (Yakubenko et al., 2018). Описи газонних культурфітоценозів проводили у весняний, літній та осінній сезони на ділянках площею 1–9 м<sup>2</sup>. Отримані нами матеріали включають 65 геоботанічних описів.

Синтаксони ідентифікували, використовуючи визначник рослинних угруповань

(Matuszkiewicz, 2019) та Український геоботанічний сайт (Ukrainian geobotanical website, n.d.). Назви синтаксонів союзів й вище наведені за Mucina et al. (2016). Назви таксонів наведені за даними енциклопедичного інтернет-проєкту World Flora Online (WFO, 2023).

Матеріали про використання травосумішей газонних трав одержані у комунальному господарстві «Зеленбуд».

При вивченні динамічних процесів, насамперед антроподинамічної дигресії, газонних культурфітоценозів проводили як просторове, так і часове порівняння рослинності моніторингових ділянок газонів на різних стадіях сукцесій. При виділенні стадій дигресії газонів використані підходи Л.С. Балашова (Balashov, 1991) стосовно пасовищної дигресії. Для кількісного відображення ступеня деструкції газонних культурфітоценозів застосували коефіцієнт дигресії (*Kd*) визначається як відношення площі газону без рослинного покриву до загальної площі газону, що відображається у відсотках.

#### Результати та їх обговорення

Згідно агрокліматичного районування України (Laptev, 1983; Adamenko, 2014), м. Чернігів, за умовами зволоження і температури знаходиться у вологій помірно теплій зоні і підзоні з неоднорідною вологістю ґрунту. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК), що характеризує вологозабезпеченість зони, дорівнює 1,3–2,0; сума температур становить 2500 °С. Такі умови є сприятливими для вирощування утворюючих дернини багаторічних, мезофітних та гігромезофітних трав, зокрема видів родів *Agrostis* L., *Poa* L., *Lolium* L., *Festuca*. Відповідно до агрокліматичного районування України запропонований асортимент трав для устрою газонних культурфітоценозів (Laptev, 1983). Згідно цього асортименту для формування газонних культурфітоценозів м. Чернігова використовуються травосуміші, до складу яких входять такі види як *Poa pratensis*, *P. compressa* L., *P. trivialis* L., *F. rubra* L., *Lolium perenne* L., *L. pratense* (Huds.) Darbysh. (*Festuca pratensis* Huds.), *Agrostis idahoensis* Nash (*A. tenuis* Vasey), *A. stolonifera* L.

За еколого-флористичною класифікацією рослинності придорожні газонні культурфітоценози м. Чернігова належать

до класу *Molinio-Arrhenatheretea* Тх. 1937 порядку *Arrhenatheretalia elatioris* Тх. 1931 союзу *Cynosurion cristati* Тх. 1947. На відміну від природних лучних угруповань газонні культурфітоценози флористично бідні – нараховують не більше 10 видів, серед яких (крім злаків-домінантів) найбільшу частоту трапляння мають *Carex hirta* L., *Convolvulus arvensis* L., *Daucus carota* L., *Elymus repens* (L.) Gould, *Glechoma hederacea* L., *Plantago major* L., *Polygonum aviculare* L., *Taraxacum officinale* F.H.Wigg., та *Trifolium repens* L.

Угруповання союзу *Cynosurion cristati* – це фітоценози, які формуються на добре дренованих багатих мінералами ґрунтах на низьких і середніх висотах помірної Європи (Mucina et al. 2016); вони пристосовані виносити до періодичного витоптування та скошування. Флористичний склад характеризується переважанням низькорослих видів, які можуть витримувати ущільнення ґрунту та антропогенний тиск (Chokha, 2005). Придорожні газонні культурфітоценози сформовані на техногенних ґрунтах, багатих на мінеральні солі. На описаних нами ділянках придорожніх фітоценозів виявлені усі діагностичні види, зазначені для цього союзу (Ukrainian geobotanical website, n.d.), зокрема: *Cynosurus cristatus* L.,

*Daucus carota* L., *Festuca pratensis* Honck., *Lolium perenne*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium pratense* L.

Газонні культурфітоценози м. Чернігова можна віднести до двох асоціацій (*Lolium perennis-Cynosuretum cristati* Тх. 1937 з низкою варіантів та *Lolietum perennis* Gams 1927).

*Lolium perennis-Cynosuretum cristati* діагностується за наявністю *Lolium perenne*, що на початковому етапі формування газонного культурфітоценозу монодомінує, та *Cynosurus cristatus*. Угруповання цієї асоціації можна спостерігати вже через один рік після висівання травосумішей, основним компонентом яких є *Lolium perenne*, з додаванням *Festuca rubra* L. (*Lolium perennis-Cynosuretum cristati* var. *Festuca rubra*) та *Poa pratensis* (*Lolium perennis-Cynosuretum cristati* var. *Poa pratensis*), рідше – *Dactylis glomerata* L. (*Lolium perennis-Cynosuretum cristati* var. *Dactylis glomerata*). У травосумішах *Lolium perenne* з іншими багаторічними злаками складові беруться здебільшого в рівних частинах. В перші 2–3 роки формування газонного покриття після висівання травосумішей з *Lolium perenne* спостерігаємо домінування цього виду. Це забезпечує високу декоративність газонів (рис. 1).



Рис. 1. Культурфітоценоз на третьому році формування газонного покриття після висівання травосумішей з *Lolium perenne* L. та *Poa pratensis* L. (м. Чернігів, вул. Шевченка)



Через недовговічність *Lolium perenne* з часом у культурфітоценозі зростає роль інших злаків, насіння яких було у травосуміші – *Festuca rubra*, *Poa pratensis* або *Dactylis glomerata*. Вони, як правило, є постійними домінантами і найбільш довголітніми компонентами газонних культурфітоценозів. Це дозволяє утримувати декоративність та довговічність газонів.

*Poa pratensis* та *Festuca rubra* повільно розвиваються, мають довгий предгенера-

тивний період розвитку. Тому в перший і частково в другий рік вегетації їх надземний травостій розвивають повільно. У цей час у складних травостоях домінує *Lolium perenne* – вид зі швидким темпом розвитку в онтогенезі, із більш коротким віргінільним періодом. Починаючи з другого-третього року вегетації так називані види, що повільно розвиваються, домінують у травостої (табл. 1).

Таблиця 1

Зміна проективного покриття компонентів газонних культурфітоценозів *Lolium perennis-Cynosuretum cristati* Тх. 1937 var. *Poa pratensis*.

Вік травостою / рік спостереження	Проективне покриття	
	<i>Poa pratensis</i> L.	<i>Lolium perenne</i> L.
0 років / 2019 (літо)	10	80
0,5 років / 2019 (осінь)	15	85
2 роки / 2020 (весна-літо)	30	60
3 роки / 2021 (весна-літо)	45	45
4 роки / 2022 (весна-літо)	50	40
5 років / 2023 (весна-літо)	70	30

Використання *Dactylis glomerata* для формування газонів з одного боку ускладнює догляд за газонами та зменшує їх декоративність (вид утворює нещільні верхові дернини, швидко відростає після скошування), з іншого – утримує довго-

вічність газону (на другий-третій рік дає добру фітомасу, за сприятливих умов тримається в травостої 7–8 і більше років, стійка до витоптування). Стійкість *Dactylis glomerata* до витоптування демонструє фотографія на рис. 2.



Рис. 2. Пухкодернинний злак *Dactylis glomerata* L. утримується на газонних культурфітоценозах, що піддаються періодичному витоптуванню

Пухкокореневищні злаки щільних травостоїв не утворюють. У наявні проміжки між їхніми ортотропними паростками поселяються кореневищно-кущові і пухкокущові трави, що, згодом розростаючись, ущіль-

нюють верхній прошарок ґрунту, що призводить до випадання кореневищних злаків (рис. 3).

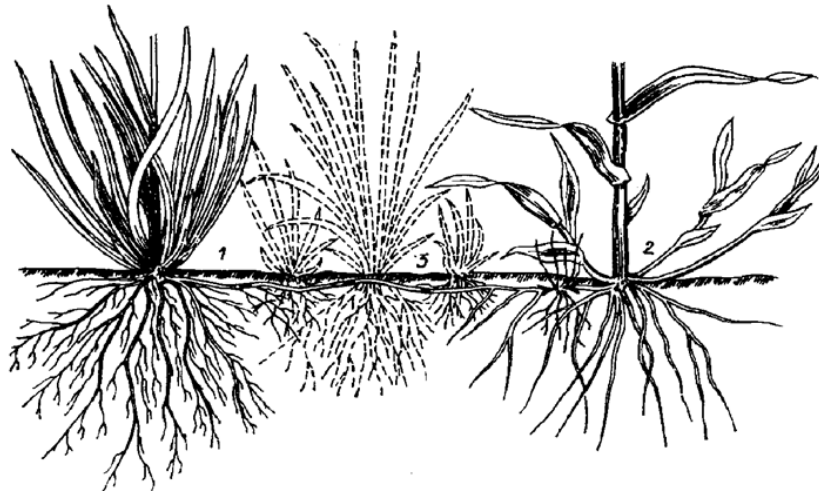


Рис. 3. Пагоноутворення різних життєвих форм трав у травосуміші:  
1 – довгокореневищний злак, 2 – пухкокущовий злак,  
3 – кореневищно-кущовий злак (Laptev, 1983)

Міжвидова боротьба між кореневищними та пухкокущовими травами розвивається на деякій відстані від материнського куща кореневищних форм, оскільки їхні підземні кореневища, перед тим, як утворити дугу укорочених вузлів і новий ортотропний паросток, розвивають по 3–5 вузлів, а кореневищно-кущові життєві форми і особливо короткокореневищно-компактнокущові (наприклад, *Festuca rubra*) вільно розміщуються в екологічних субнішах, що утворилися, між зонами кушіння перших і третіх.

За відсутності іншого злакового компонентів у газонній травосуміші *Lolium perenne*, починаючи з третього року, поступово випадає. Внаслідок чого газони забур'янюються. У разі витоптування чи паркування на газонах у фітоценозах зростає роль багаторічних розеткових видів, стійких до цього антропогенного фактора: *Plantago major* L., *Trifolium repens* L. та *Taraxacum officinale* (рис. 4). Ці види разом з *Lolium perenne* є діагностичними для асоціації *Lolietum perennis*.



Рис. 4. Переважання *Taraxacum officinale* F.H.Wigg. на ділянці газонного культурфітоценозу, на якій періодично паркуються автомобілі та здійснюється витоптування

Одними з визначальних динамічних процесів, які відбуваються у придорожніх газонних культурфітоценозах, є зміни, пов'язані з вигоптанням та паркуванням. Зростання чисельності транспорту, відсутність територій для паркування або далеке розташування автомобільних стоянок від помешкань, змушують водіїв виїздити на газони та паркуватися на них. І це – незважаючи на те, що за зупинку і стоянку на газонах за Правилами дорожнього руху передбачений штраф.

Ми виділили чотири стадії дигресії газонних культурфітоценозів у м. Чернігові під впливом паркування автомобілів та вигоптання.

Стадія перша (доброго травостою), коли дигресивний вплив (паркування та вигоптання) відсутній або виявляється слабо;  $Kd$  не перевищує 1–5 % (рис. 5).

Стадія друга (розрідженого травостою) формується в умовах епізодичного паркування та вигоптання;  $Kd$  сягає 6–20 % (рис. 6).



Рис. 5. Придорожній газонний фітоценоз на першій стадії дигресії (м. Чернігів, вул. Текстильників): вплив паркування відсутній, вплив вигоптання виявляється слабо ( $Kd = 5\%$ )



Рис. 6. Придорожній газонний фітоценоз на другій стадії дигресії (м. Чернігів, вул. Мазепи): ознака епізодичного паркування автомобілів та вигоптання – куртини ефемерного бур'яна *Stellaria media* (L.) Vill. на місці пошкоджених ділянок рослинності ( $Kd = 15\%$ )

Стадія третя (дуже розрідженого травостою) формується за періодичного, частого паркування та витоптування по всій ширині газону (рис. 7) або регулярного, дуже частого паркування та витоптування придорожньої чи тротуарної частини газону (рис. 8);  $Kd$  становить не менше 25–30 %, інколи сягає 50 %.

На четвертій стадії – збитого травостою, спостерігається значне розрідження травостою (загальне проективне покриття – до 20 % і менше) внаслідок постійного паркування та витоптування;  $Kd$  сягає від 50 % до 80–95 % (рис. 9).



Рис. 7. Придорожній газонний фітоценоз на третій стадії дигресії (м. Чернігів, вул. Текстильників): ознака періодичного, частого паркування автомобілів по всій ширині газону – «колії» від коліс ( $Kd = 50\%$ )



Рис. 8. Придорожній газонний фітоценоз на третій стадії дигресії (м. Чернігів, вул. Мазеши): ознака регулярного, дуже частого витоптування частини газону при тротуарі ( $Kd = 40\%$ )



Рис. 9. Придорожній газонний культурфитоценоз на стадії збитого травостою (м. Чернігів, вул. Музична): ознаки постійного паркування автомобілів та витоптування ( $Kd = 90\%$ )

На прикладі газонних культурфитоценозів асоціації *Lolio perennis-Cynosuretum cristati* var. *Festuca rubra* розглянемо перебіг стадій

дигресії рослинності під впливом паркування автомобілів та витоптування (рис. 10).

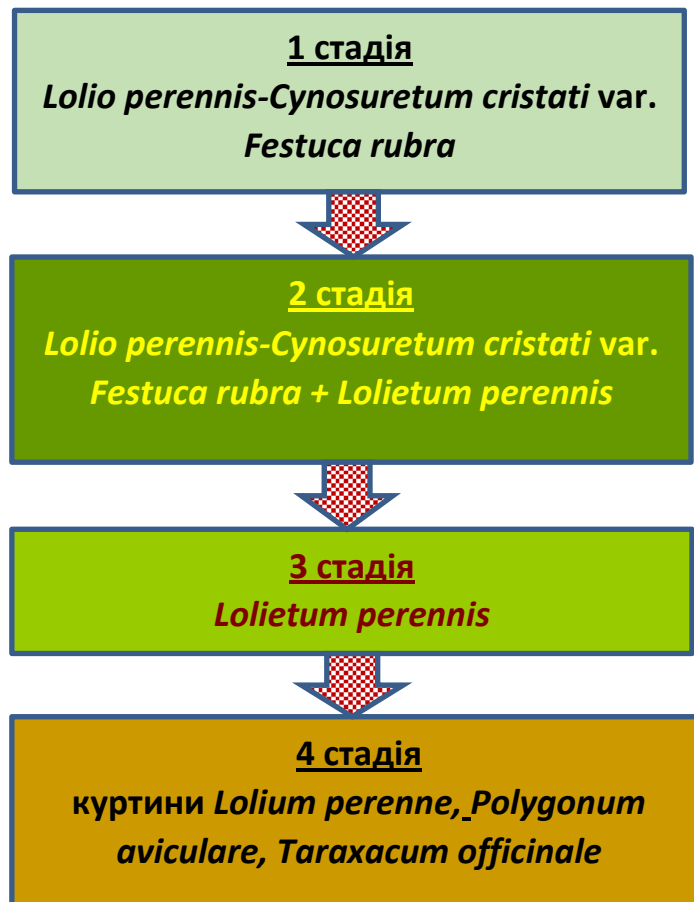


Рис. 10. Сукцесія рослинності придорожніх газонів (на прикладі асоціації *Lolio perennis-Cynosuretum cristati* Тх. 1937 var. *Festuca rubra*) в місцях паркування та витоптування

На початку першої стадії дигресії фітоценози придорожніх газонів мають типові структуру та склад – домінування *Lolium perenne* (50 %) та *Festuca rubra* (45 %), наявність до 5 асектаторів. За незначного антропогенного тиску травостій встигає частково відновитися. Визначальною ознакою другої стадії є розрідження домінантів *Lolium perenne* та *Festuca rubra* (їх проективне покриття становило 30–35 %), та поява 2–3 діагностичних видів асоціації *Lolietum perennis* (*Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*), а також *Polygonum aviculare* L. та *Plantago lanceolata*. На наступній стадії дигресії ознаки асоціації *Lolietum perennis* виражені ще сильніше: на всіх описаних ділянках були зафіксовані *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens* з проективним покриттям кожного виду 10–15 %. Натомість участь *Lolium perenne* та *Festuca rubra* зменшилася до 15–20 %, а *Cynosurus cristatus* випав з травостою. Проективне покриття *Polygonum aviculare* та *Plantago lanceolata* становила 1–2 %. За флористичним складом газонні культурфітоценози на третій стадії дигресії належать до асоціації *Lolietum perennis*.

На останній стадії дигресії газонні ділянки складаються з куртин *Polygonum aviculare*, *Taraxacum officinale*, *Lolium perenne* та поодиноких екземплярів бур'янів роду *Chenopodium* L. та *Erigeron canadensis* L. Ці фітоценози неможливо віднести до певного синтаксону.

В цілому паркування автомобілів на придорожніх газонах та їх витоптування, що часто має місце у м. Чернігові, призводить до втрати декоративності цих культурфітоценозів та значного ущільнення ґрунтів, наслідком якого є зміна складу та ксерофітизація дернового покриття. На ці процеси також впливають наслідки сучасних погодно-кліматичних змін, особливо в спекотні літні місяці. Традиційні газонні трави не пристосовані до тривалого посушливого сезону і потребують системного поливу.

Придорожні газони на третій – четвертій стадіях дигресії потребують проведення заходів корінного покращання шляхом їх капітальної переробки, тобто перекопування (переорювання) під зиму з одночасним добрим підживленням та висівання насіння газонних травосумішей у добре підготовлений ґрунт. З урахуванням сучасних тенденцій кліматичних змін

кращий термін для посіву – весна (квітень). Проте, якщо можливий штучний полив, його можна проводити в будь-яку пору року, у безвітряну погоду. Сіяти під зиму не рекомендують, тому що частина насіння і сходів можуть загинути.

Проективне покриття окремих видів рослин у придорожніх газонних культурфітоценозах також коливається у залежності від зміни погодно-кліматичних умов. У більш посушливі роки або періоди вегетаційного сезону, а особливо, коли посуха спостерігається протягом двох і більш вегетаційних сезонів підряд, у газонних культурфітоценозах зростає частка трав ксерофільної біоекології і, навпаки, у роки вологі – збільшується частка видів мезогірофільної біоекології (Lukash et al., 2023).

Ступінь ксерофітизації травостою газонів залежить також від частоти косіння газонів за різних погодних умов. Унаслідок частого скошування змінюється водний баланс екотопу газону, зменшується біомаса коріння газонних трав, збільшуються викиди в атмосферу в ході роботи газонокосарок на паливі, підвищується рівень шуму тощо. Внаслідок нехтування погодними умовами під час викошування трава не встигає відновлюватися, а відтак і не може допомогти місту адаптуватися до наслідків кліматичних змін (Matveychuk, 2021). У газонних придорожніх культурфітоценозах з *Festuca rubra*, що витримує перепади температур взимку, морози, перезволоження і короткотривале затоплення талими водами, цей вид дуже швидко випадає у посушливі роки внаслідок малої посухостійкості.

За новою картою агрокліматичного зонування території України (Adamenko, 2014), побудованої з урахуванням досліджень зміни клімату, можна побачити зменшення площі вологої агрокліматичної зони (Полісся), хоча м. Чернігів у її межах залишається. Натомість у м. Чернігові має місце стійке підвищення температури повітря не тільки в холодний період року, а й в інші сезони, особливо у липні – серпні, зростання теплових ресурсів території та перепади (то збільшення, то зменшення) річної кількості опадів. Саме тому в екстремальних умовах без поливу для створення газонів разом з *Lolium perenne* слід використовувати злаки та осоки, які

рекомендовані для недостатньо вологої, теплої зони, зокрема *Poa angustifolia* L., *Festuca ovina* L., *Carex praecox* Schreb., *Carex spicata* (Peterm.) Soó subsp. *spicata*.

В умовах природно-кліматичних змін заслуговує на увагу започаткована у м. Чернігові практика ужиття конверсійних заходів, що передбачають заміну газону альтернативним типом рослинності. Такі заходи спрямовані на посилення соціальних та екологічних вигод тоді, коли ділянка газону не використовується, її складно та дорого обслуговувати, а додаткові витрати є значно вищими порівняно з альтернативним типом (Barnes, 2022).



Рис. 11. Газон на бульварі, перетворений на «дощовий сад»: зрізаний бордюр для регулювання рівня зливової води (Barnes, 2022)

Альтернативні газони можуть стати експериментальними моделями для сталого дизайну та моніторингу міського середовища. Нові альтернативні газони представляють нову рукотворну «дику» природу, яка протистоїть «слухняній» природі традиційних газонів. Натомість конкретні географічні, культурні та соціальні умови кожної країни мають бути враховані в такій альтернативі під час планування дослідження газонів (Ignatieva & Hedblom, 2018). Саме тому у час зміни клімату перспективним напрямком досліджень є пошук шляхів створення екологічно збалансованих газонів у м. Чернігові.

Експериментально досліджені альтернативні, так звані газони без трави (grass-free lawns), мають вищий рівень біорізноманіття, потребують значно менше косіння, ніж традиційні дернові газони. Вони мають рівень трав'яного покриву, подібний до того, що спостерігається на традиційному газоні (Smith & Fellowes, 2014).

Переобладнання придорожніх газонів спрямоване у першу чергу на підвищення декоративності культурфітоценозів та їх стійкості до посушливих умов (рис. 11). У м. Чернігові переобладнано декілька невеликих придорожніх газонів по вул. Шевченка.

## Висновки

Придорожні культурфітоценози м. Чернігова належать до двох асоціацій (*Lolium perennis-Cynosuretum cristati* Tx. 1937 з низкою варіантів та *Lolietum perennis* Gams 1927) союзу *Cynosurion cristati* Tx. 1947 порядку *Arrhenatheretalia elatioris* Tx. 1931 класу *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937.

Вплив паркування автомобілів на придорожніх газонах та їх витоптування у поєднанні з тривалими бездощовими періодами призводить не лише до втрати декоративності цих фітоценозів, а й до значного ущільнення ґрунтів, наслідком якого є зміна складу та ксерофітизація дерну. Антропоігресивні сукцесії мають

чотири стадії, на останній з яких рослинний покрив газонної ділянки представлений куртинами розеткових, стійких до витоптування видів та поодиноких екземплярів однорічних бур'янів.

В екстремальних умовах без поливу для створення газонів разом з *Lolium perenne* L. слід використовувати злаки та осоки, які

рекомендовані для недостатньо вологої, теплої зони, зокрема *Poa angustifolia* L., *Festuca ovina* L., *Carex praecox* Schreb., *Carex spicata* (Peterm.) Soó subsp. *spicata*. Доцільним є створення альтернативних газонів, стійких до посушливих умов. Обґрунтування наукових основ їх створення є перспективним напрямком подальших досліджень.

## References

- Adamenko, T. I. (2014). *Agroclimatic zoning of the territory of Ukraine taking into account climate change*. RIA BLITZ (in Ukrainian)  
Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ: ТОВ «РІА» БЛІЦ, 2014. 38 с.
- Balashov, L. S. (1991). Anthropogenic changes in the meadows of Ukrainian Polesia. *Ecology*, 1, 3–9. (in Russian)  
Балашев Л. С. Антропогенные изменения лугов Украинского Полесья. *Экология*. 1991. №1. С. 3–9.
- Barnes, M. R. (2022). Urban Lawns as Nature-Based Learning Spaces. *Ecopyschology*, 14(2), 92–100. <http://doi.org/10.1089/eco.2021.0025>
- Braun, R. C., Patton, A. J., Watkins, E., Koch, P. L., Anderson, N. P., Bonos, S. A., & Brilman, L. A. (2020). Fine fescues: A review of the species, their improvement, production, establishment, and management. *Crop Science*, 60(3), 1142–1187. <https://doi.org/10.1002/csc.2.20122>
- Chokha, O. V. (2005). *Lawn coverings of the Kyiv city*. Phytosociotcenter. (in Ukrainian)  
Чоха О. В. Газонні покриття м. Києва. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 288 с.
- Ignatieva, M., & Hedblom, M. (2018). An alternative urban green carpet: How can we move to sustainable lawns in a time of climate change? *Science*, 362(6411), 148–149. <https://doi.org/10.1126/science.aau6974>
- Laptev, A. A. (1983). *Lawns*. Scientific thought. (in Russian)  
Лаптев А. А. Газоны. Киев: Наук. думка, 1983. 176 с.
- Larson, K.L., & Brumand, J. (2014). Paradoxes in Landscape Management and Water Conservation: Examining Neighborhood Norms and Institutional Forces. *Cities and the Environment*, 7, 6. <https://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol7/iss1/6>
- Lukash, O., Hutnyk, Ye., Morskyi, V. (2023, September 27–29). *Dynamics of the Chernihiv city roadside lawn cultural phytocenoses in connection with weather and climate conditions changes and anthropogenic pressure*. [Conference presentation abstract]. Natural Resources of Border Areas under a Changing Climate. The 7th International Scientific Conference, Chernihiv, Ukraine. (in Ukrainian)  
Лукаш О., Гутник Є., Морський В. Динаміка придорожніх газонних культурфітоценозів м. Чернігова у зв'язку зі змінами погодно-кліматичних умов та антропогенним тиском. *Natural Resources of Border Areas under a Changing Climate. The 7th International Scientific Conference: the program, abstracts* (Ukraine, Chernihiv, September 27–29, 2023). Chernihiv: Publishing House «Desna Polygraph». 2023. P. 89–90.
- Matuszkiewicz, W. (2019). *Przewodnik do oznaczenia zbiorowisk roślinnych Polski* [Guide to the determination of Polish plant communities]. Wydawnictwo Naukowe PWN.



Matveychuk, M. (2021, may 21). In Lviv, lawns are mowed less and various herbs are planted. How will this change the climate? *Skyscraper*. <https://hmarochos.kiev.ua/2021/05/13/u-lvovi-menshe-kosyat-gazoni-i-vysadzhuyut-riznotravya-yak-cze-vplyvaye-na-zminy-klimatu/> (in Ukrainian)

Матвейчук М. У Львові менше косять газони і висаджують різнотрав'я. Як це впливає на зміни клімату? *Хмарочос*. 13 травня 2021. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2021/05/13/u-lvovi-menshe-kosyat-gazoni-i-vysadzhuyut-riznotravya-yak-cze-vplyvaye-na-zminy-klimatu/> (дата звернення: 22.08.2023).

Mucina, L., Büultmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.-P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., García, R. G., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F. J. A., Bergmeier, E., Guerra, A. S., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J. H. J., Lysenko, T., Didukh, Y. P., Pignatti, S., Rodwell, J. S., Capelo, J., Weber, H. E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S. M., & Tichý, L. (2016). Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19(S1): 3–264. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/avsc.12257>

Smith, L. & Fellowes, M. (2014). The grass-free lawn: Management and species choice for optimum ground cover and plant diversity. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(3), 433–442. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.04.008>

Ukrainian geobotanical website. (n.d.). *Cynosurion cristati* Tx. 1947. In *Syntaxonomy of the Ukraine vegetation*. Retrieved October 29, 2023, from <https://geobot.org.ua/syntaxonomy/283/> (in Ukrainian)

*Cynosurion cristati* Tx. 1947. *Синтаксономія рослинності України*. URL: <https://geobot.org.ua/syntaxonomy/283/> (дата звернення: 29.10.2023).

Van Dersal, W.R. (1936). The Ecology of a Lawn. *Ecology*, 17, 515–527. <https://doi.org/10.2307/1931850>

Winkler, J., Koda, E., Červenková, J., Děkanovský, I., Nowysz, A., Mazur, Ł., Jakimiuk, A. & Vaverková, M. D. (2023). Green space in an extremely exposed part of the city center «Aorta of Warsaw» – Case study of the urban lawn. *Urban Ecosystems*, 26, 1225–1238. <https://doi.org/10.1007/s11252-023-01380-6>

WFO (2023). Plant List. In *World Flora Online. Version 2023.06*. Retrieved September 04, 2023, from <https://wfoplantlist.org/plant-list/>

Yakubenko, B. E., Popovych, S., Yu., Ustymenko, P. M., Dubyna, D. V., Churilov, A. M. (2018). *Geobotany: methodological aspects of research: textbook*. Lira K. (in Ukrainian)

Якубенко Б. Є., Попович С. Ю., Устименко П. М., Дубина Д. В., Чурилов А. М. Геоботаніка: методичні аспекти досліджень. навчальний посібник. Київ: Ліра К, 2018. 316 с.

Received: 12.12.2023. Accepted: 21.12.2023. Published: 19.01.2024.

**Ви можете цитувати цю статтю так:**

Лукаш О., Гутник Є., Морський В. Сукцесії рослинності придорожніх газонів міста Чернігова у зв'язку антропогенним тиском та змінами погодно-кліматичних умов. *Biota, Human, Technology*. 2023. №3. С. 69–82

**Cite this article in APA style as:**

Lukash, O., Hutnyk, Ye., & Morskyi, V. (2023). Vegetation successions of the Chernihiv city roadside lawns due to anthropogenic pressure and weather and climate conditions changes. *Biota, Human, Technology*, 3, 69–82 (in Ukrainian)

**Information about the authors:**

**Lukash O. [in Ukrainian: Лукаш О.]** <sup>1</sup>, Dr. of Biol. Sc., Prof., email: lukash2011@ukr.net

ORCID: 0000-0003-2702-6430 Scopus-Author ID: 57202369398

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

**Hutnyk Ye. [in Ukrainian: Гутник Є.]** <sup>2</sup>, Student, email: zmenya.10@gmail.com

ORCID: 0009-0000-2060-1717

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

**Morskyi V. [in Ukrainian: Морський В.]** <sup>2</sup>, Postgraduate student, email: zelenbudkp@gmail.com

ORCID: 0009-0000-2465-6731

Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium»

53 Hetmana Polubotka Street, Chernihiv, 14013, Ukraine

---

<sup>1</sup>Study design, data collection and analysis, manuscript preparation.

<sup>2</sup>Data collection.

UDC 582.683.2

*Тетяна Морозова***ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH.  
ЯК МОДЕЛЬНИЙ ОБ'ЄКТ ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ***Tetiana Morozova***ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH. AS A MODEL OBJECT  
OF ENVIRONMENTAL RESEARCH**

DOI: 10.58407/bht.3.23.6

**АНОТАЦІЯ**

**Мета роботи.** Обґрунтувати переваги застосування *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. в системі оперативного біомоніторингу для зон надзвичайних екологічних ситуацій.

**Методологія** досліджень базувалася на загальнонаукових методах (узагальнення, порівняння, аналізу та синтезу, теоретико-методичного обґрунтування).

**Наукова новизна.** Запропоновано концепцію оперативного біомоніторингу, яку умовно можна назвати дрозофільною, оскільки у центрі два типи дрозофіл. Одна рослинна – *Arabidopsis thaliana*, друга класична *Drosophila melanogaster*. Обидва види мають подібні життєві характеристики, малий розмір, невибагливість в утриманні та велике різноманіття мутантних форм, геном секвенований та анотований. Підтверджено об'єктивність паралелізму між цими двома видами. Показано переваги *A. thaliana* та *D. melanogaster*, як зручних моделей для тестування впливу поллютантів на організм.

**Висновки.** Основною складовою системного аналізу природного середовища є інформаційно значущі показники мінливості ознак, що легко діагностуються. Оперативний біомоніторинг спрямований на швидке та точне діагностування екологічної ситуації та може бути перспективним на територіях, небезпечних для тривалого перебування самого дослідника-еколога.

Концепція оперативного біомоніторингу, яку умовно називаємо дрозофільною, передбачає використання *Arabidopsis thaliana* та *Drosophila melanogaster*, що мають малий розмір, невибагливість в утриманні та велике різноманіття мутантних форм, геном секвенований та анотований, як моделей для тестування впливу поллютантів на живий організм.

*Arabidopsis thaliana* відповідає критерію добре охарактеризованих модельних організмів і є однією з найкращих експериментальних систем для вивчення різних процесів. *Arabidopsis* є корисною моделлю для дослідження гравітропізму, генетики, геноміки та оперативного моніторингу. На відміну від тваринних модельних організмів, для яких збереження ліній часто передбачає безперервну поточну роботу, насіння цього модельного організму може зберігатися тривалий час. Глибина розуміння та легкість маніпуляцій у системі *Arabidopsis* неперевірена, тому ця рослина залишиться еталонною рослиною в осяжному майбутньому.

**Ключові слова:** *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., концепція, оперативний біомоніторинг

**ABSTRACT**

**Purpose of the work.** To substantiate the advantages of using *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. in the system of operational biomonitoring for environmental emergency zones.

**Methodology** research was based on general scientific methods (generalization, comparison, analysis and synthesis, theoretical and methodological substantiation).

**Scientific novelty.** The concept of operational biomonitoring is proposed, which can be conventionally called drosophila, since there are two types of Drosophila in the center. One plant is *Arabidopsis thaliana*, the other is classic *Drosophila melanogaster*. Both species have similar life characteristics, small size, unpretentiousness in maintenance and a wide variety of mutant forms, the genome is sequenced and annotated. The objectivity of the parallelism between these two species has been confirmed. Benefits shown *A. thaliana* and *D. melanogaster* as convenient models for testing the effects of pollutants on the body.

**Conclusions.** The main component of the systematic analysis of the natural environment is informationally significant indicators of the variability of signs that are easily diagnosed. Operational biomonitoring is aimed at quick and accurate diagnosis of the ecological situation and can be promising in territories dangerous for the long-term stay of the environmental researcher.

The concept of operational biomonitoring, which is conventionally called Drosophila concept, involves the *Arabidopsis thaliana* and *Drosophila melanogaster* use. They have small size, unpretentiousness in maintenance and a large variety of mutant forms, the genome is sequenced and annotated, as models for testing the pollutants impact on a living organism.

*Arabidopsis thaliana* meets the criterion of well-characterized model organisms and is one of the best experimental systems for studying various processes. *A. thaliana* is a useful model for studying gravitropism, genetics, genomics, and operational monitoring. Unlike animal model organisms, for which line maintenance often involves continuous ongoing work, the seeds of this model organism can be stored for long periods of time. The depth of understanding and ease of manipulation in the *Arabidopsis* system is unparalleled, and this plant will remain a reference plant for the foreseeable future.

**Key words:** *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., concept, operational biomonitoring

### Постановка проблеми

Гусимку звичайну або різущу Таля<sup>1</sup> (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.) науковці назвали «рослинною дрозофілою», адже цей

вид рослин має життєві характеристики подібні до *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (табл. 1).

Таблиця 1

### Подібні зручні переваги для наукових досліджень *D. melanogaster* та *A. thaliana* як модельних об'єктів

Життєві характеристики	<i>D. melanogaster</i>	<i>A. thaliana</i>
життєвий цикл	10-20 днів	21-32 дні
кількість потомків від пари / рослини	400	до 1000
каріотип	2n=8	2n=10
геном	14 000 генів	27 000 генів

Обидва види мають малий розмір, невибагливість в утриманні та велике різноманіття мутантних форм геном секвенований та анотований. Це підтверджує об'єктивність паралелізму, який проводять вчені між цими двома видами. Перелічені

переваги пояснюють чому *A. thaliana* та *D. melanogaster* стали зручними моделями для тестування впливу поллютантів на організм (Табл. 2).

Таблиця 2

### *D. melanogaster* та *A. thaliana* як модельні об'єкти дослідження впливу поллютантів

Поллютанти	<i>D. melanogaster</i>	<i>A. thaliana</i>
важкі метали	Calap-Quintana et al., 2017	Maksymiec et al., 2005
CO <sub>2</sub>	Matheson & Parsons, 1973; Badre et al., 2005; Colinet & Renault, 2012	Thomas et al., 1996; Andalo, 1998; Christophe et al., 1998, Takatani et al., 2014
леткі органічні сполуки (ЛОС)	Inamdar et al., 2014	Lee et al., 2016

Геном *A. thaliana* невеликий (~132 Мbp) для рослини, з ~38 000 локусів, включаючи >20 000 генів, що кодують білки, розподілених між п'ятьма ядерними хромосомами (Arabidopsis Genome Initiative 2000; Cheng et

al. 2017). На відміну від багатьох генетичних моделей (і багатьох інших рослин), *Arabidopsis* може переносити високий ступінь гомозиготності та є самоплідним; кожна особина може дати десятки тисяч нащадків.

<sup>1</sup> Кобів Ю. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин. Київ: Наук. думка, 2004. 800 с.

Метою роботи було обґрунтувати переваги застосування *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. в системі оперативного біомоніторингу для зон надзвичайних екологічних ситуацій.

### Виклад основного матеріалу

*A. thaliana* став центральним об'єктом досліджень, пов'язаних із з'ясуванням фундаментальних питань еволюційної екології, зокрема, питанням адаптації природних популяцій рослин в умовах змін клімату Використовуючи GWAS – пошук асоціацій між комбінаціями геномних комплексів і фенотиповими ознаками *A. thaliana* вчені каліфорнійського університету (Taylor et al., 2017) виявили один із таких механізмів. Встановлено, що генотипи з більшою варіацією до періоду проростання мають кращу форму, оскільки більша варіація пов'язана з відкладенням терміну проростання. Вибір часу проростання змінювався залежно від географічного розміщення популяцій, що вказує на те, що термін проростання може слугувати важливим механізмом, який і визначає можливість створення генотипів у нових кліматичних умовах.

За допомогою *A. thaliana* вивчають роль травоядних в еволюції рослин. На уражених рослинах основними травоядними комахами визначені довгоносики-спеціалісти (*Centorhynchus atomus* Boheman, 1845 і *C. contractus* Marsham, 1802). Залежно від щільності вони атакують більшу чи меншу частку плодів на генеративних рослинах і зменшують продуктування насіння у діапазоні 30,0–66,5 %. Авторами (Arany et al., 2005; Mosleh Arany, 2006) доведено, що певні вторинні метаболіти діють як захист від травоядних, і утворюються в рослинах під селективним тиском останніх. Так, на ділянках, де ураження довгоносиками сильніше, зафіксована більша концентрація синігріну та фумарової кислоти у листках *A. thaliana*. На прикладі *A. thaliana* доведено, що еволюція хімічних сполук у рослинах може відбуватися під тиском добору з боку травоядних тварин. Пізніше групою дослідників (Züst et al., 2012) підтверджено, що одним із засобів, за допомогою якого рослини пригнічують травоядних, є вироблення токсичних сполук для стримування поїдання. Авторами показали, що травоядні тварини сильно та

безпосередньо впливають на місцевий генотиповий склад популяцій *A. thaliana* та морфо-фізіологічні ознаки, пов'язані зі стійкістю до відповідних тварин.

Чимало статей присвячено пошуку біохімічних маркерів *A. thaliana* за умов дії стресових екологічних чинників. Так, автори (Panchuk et al., 2002) вивчили вплив підвищених температур і теплового стресу на активність і експресію аскорбатпероксидази (APX). Вони порівняли арабідопсис дикого типу з трансгенними рослинами, здатними надекспресувати фактор транскрипції теплового шоку 3 (HSF3) і синтезувати білки теплового шоку, що покращують базальну термотолерантність. Після теплового стресу, активність APX позитивно впливає на трансгенні рослини і корелює з новою термостабільною ізоформою APX(S). Цей фермент присутній на додаток до термолабільного цитозольного APX1 – ізоформи поширеної в ненавантажених клітинах. У HSF3-трансгенних рослинах APX(S) активність визначалася при нормальній температурі і зберігалася після сильного теплового стресу при 44 °C. У нетрансгенних рослинах APX(S) при нормальній температурі не виявлявся, але міг бути викликаний помірним тепловим стресом. Авторами дійшли висновку, що APX2 є новим геном теплового шоку і що ферментативна активність APX2/APX(S) необхідна для компенсації залежного від теплового стресу зниження активності APX1 у цитоплазмі.

Дослідники (Volkov et al., 2006) зосередили свою увагу на питанні необхідності окиснювального стресу в рослинних клітинах, зокрема H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> для експресії генів, що залежить від теплового стресу і фактора теплового шоку (HSF). Встановили, що тепловий стрес збільшує внутрішньоклітинне накопичення H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в клітинній культурі *Arabidopsis*. За використання аскорбату (поглинач) або дифеніленйодонію хлориду (DPI) як інгібітора утворення активних форм кисню таке накопичення значно зменшувалося. Збільшення накопичення H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> та супероксидних радикалів у листках *A. thaliana* відмічено у перші години впливу надлишкових кількостей йонів Cu або Cd, що автори (Maksymiec & Krupa, 2006) пов'язують з активністю НАДФН-оксидази.

Відомо, що хелатування важких металів слугує стратегією їх детоксикації, а найбільш охарактеризованими класами хелаторів важких металів в рослинах є фітохелатини і металлотіонеїни (Yadav, 2010). Індукція фітохелатинів відзначена у *A. thaliana* за впливу As (Schmöger et al., 2000).

Абіотичні стреси зазвичай викликають дисфункцію білка. Підтримка білків в їх функціональних конформаціях і запобігання агрегації ненативних білків особливо важливі для виживання клітин в умовах стресу. На прикладі *A. thaliana* доведено, що білки теплового шоку (Hsps) шаперони відповідають за укладання, складання, транслокацію і деградацію білка в багатьох нормальних клітинних процесах, стабілізують білки і мембрани і можуть допомогти в рефолдингу білка в стресових умовах (Kozeko, 2015). Вони можуть відігравати вирішальну роль в захисті рослин від стресу шляхом відновлення нормальної конформації білка і, отже, клітинного гомеостазу.

На прикладі *A. thaliana* доведено, що шляхи передачі сигналів біотичних стресів мають множинні точки перетину з передачею сигналів стресу важкими металами. Так, жасмонова кислота (JA) слугує одним із типових фітогормонів, що беруть участь у передачі сигналів індукованих внаслідок пошкодження клітин травоядними і некротрофними патогенами (Zhang et al., 2017), виявлено, що Cu і Cd також індукують JA як у *A. thaliana*, так і у *Phaseolus coccineus* Suzuki (Suzuki et al., 2001; Maksymiec et al., 2005).

У багатьох випадках наявність забруднення довкілля важко оцінити. Ще складніше оцінити його потенційну небезпеку для довкілля та людини. В цьому відношенні особливо перспективними є трансгенні організми, які можуть бути навмисно змінені, щоб стати більш чутливими до конкретних забруднювачів. Такі рослини можна вирощувати в місцях забруднення або потенційно небезпечних місцях. Трансгенні рослини дозволяють провести швидку і дешеву оцінку

токсичності та мутагенності, слугуючи датчиками забруднення навколишнього середовища (Kovalchuk et al., 2001).

*A. thaliana* – ефективний та перспективний трансгенний фітосенсор. Для біомоніторингу генотоксичності забруднювачів успішно використані моделі трансгенних рослин цього виду. Трансгенний біомоніторинг частоти гомологічної рекомбінації дозволяє виявляти навіть незначні частки всіх можливих змін в ДНК. Більшість змін – точкові мутації. На відміну від тварин, рослини не мають наперед визначеної зародкової лінії, і, отже, будь-яка соматична мутація в меристемі потенційно може бути успадкована.

Перша система для виявлення подій внутрішньохромосомної гомологічної рекомбінації у трансгенних рослин арабідопсиса використовувала перекивні та усічені версії β-глюкуронідази (Swoboda et al., 1994). Події рекомбінації в трансгенному локусі призводили до відновлення трансгену *uidA* (GUS)<sup>2</sup> і синтезу ферменту β-глюкуронідази. Трансгенні рослини несли в геномі дві нефункціональні урізані копії гену GUS, позначені як «UG» і «US». Дві частини урізаного та перекивного гену GUS могли мати будь-яку орієнтацію відносно один одного. Рекомбінаційні події в трансгенному локусі призводили до відновлення трансгену *uidA* (GUS) і синтезу ферменту β-глюкуронідази. Активація гену β-глюкуронідази (GUS) за допомогою гомологічної рекомбінації (HR) відновлювала активність гену і візуалізувалася у вигляді синіх плям після гістохімічного забарвлення. Останнє з'являлося внаслідок розщеплення X-gluc або X-глюкуроніду – хромогенного субстрату для виявлення ферменту β-глюкуронідази. Після обробки етанолом і видалення хлорофілу, клітини, в яких відбувалися події рекомбінації, могли бути зафіксовані у вигляді синіх плям на прозорих рослинах. Це дозволяло здійснити кількісний аналіз (рис. 1).

<sup>2</sup> Ген *uidA* або *GUS* – модифікований ген з *E.coli*, що кодує Р-глюкуронідазу. Він може гідролізувати широкий спектр природних та синтетичних глюкуронідів, що дозволяє підбирати відповідні субстрати для спектрофотометричного або флюориметричного визначення активності фермента, а також для гістохімічного забарвлення тканин *in situ* (в синій колір). У складі химерних білків, створених генно-інженерними методами, *GUS* здебільшого зберігає свою функціональну активність.

метричного визначення активності фермента, а також для гістохімічного забарвлення тканин *in situ* (в синій колір). У складі химерних білків, створених генно-інженерними методами, *GUS* здебільшого зберігає свою функціональну активність.

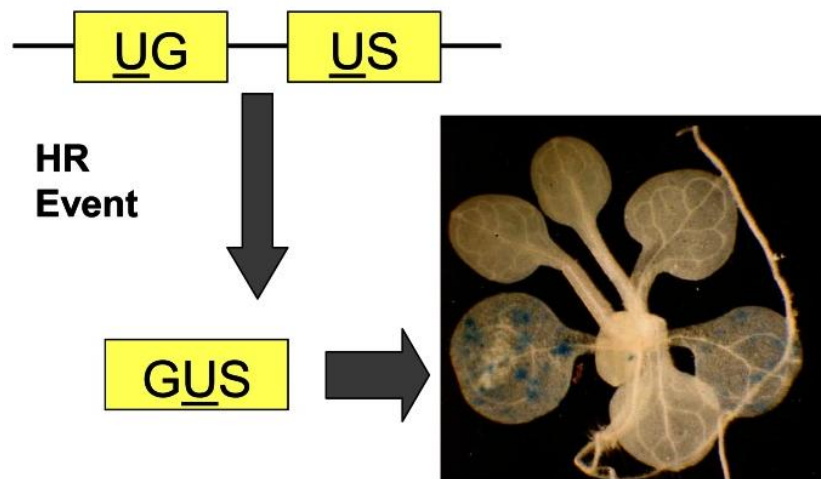


Рис. 1. Трансгенна система «рекомбінації» для виявлення мутагенів навколишнього середовища. Трансгенні рослини *A. thaliana* несуть в геномі дві нефункціональні усічені копії гену GUS, позначені як «UG» і «US». Дві частини усіченого перекривного гену GUS можуть мати будь-яку орієнтацію відносно одна одної. Активація гену  $\beta$ -глюкуронідази (GUS) за допомогою гомологічної рекомбінації (HR) відновлює активність гену і візуалізується у вигляді синіх плям після гістохімічного забарвлення (Swoboda et al., 1994)

Puchta et al. (1995) проаналізували вплив різних факторів на частоту внутрішньохромосомної гомологічної рекомбінації *A. thaliana* з використанням порушеного гену  $\beta$ -глюкуронідази. Частота рекомбінації збільшувалася в кілька разів агентами, які пошкоджують ДНК, такими як УФ-опромінення або MMS (метилметансульфонат). Застосування 3-метоксібензаміду (3-МБ), інгібітора полі(АДФ)рибозної полімерази (ПАРП) – ферменту, який, як передбачається, бере участь у репарації ДНК, сильно збільшувало частоту гомологічної рекомбінації. Ці дані вказують на те, що гомологічна рекомбінація бере участь у репарації ДНК і може (хоча б частково) компенсувати інші шляхи репарації ДНК. Також були виявлені ознаки того, що рекомбінація в рослинах може бути викликана чинниками стресу навколишнього середовища, які навряд чи беруть участь у метаболізмі ДНК. Так, рослини *A. thaliana*, що ростуть в середовищі, що містить 0,1 моль/л NaCl, проявляли підвищену частоту рекомбінації. Автори дійшли висновку, що завдяки продемонстрованій гнучкості геному, розроблена система може бути використана для дослідження наслідків різних екологічних проблем. Оригінальну систему трансгенних рослин на основі *A. thaliana*, яка дозволяє виявляти соматичні точкові мутації, розробили І. Ковальчук та О. Ковальчук (Kovalchuk et al.,

1998; Kovalchuk et al., 1999; Kovalchuk et al., 2000). Автори ввели послідовність стоп-кодону на 5'-кінці гену GUS (*uidA*) шляхом заміни одного нуклеотиду. Новий стоп-кодон привів до повної інактивації трансгену. Трансгенні рослини, що несуть таку конструкцію, проявляли випадкові ділянки синього кольору при гістохімічному забарвленні. Ці сектори є спонтанним відновленням активності *uidA* від реверсії стоп-кодонів до вихідних кодонів. Такі рослини чутливо реагували на такі мутагени, як УФ-С, метилметансульфонат (MMS), рентгенівські промені, збільшуючи частоту мутацій в трансгені. Подальші дослідження підтвердили корисність рослин, створених для біомоніторингу.

Трансгенні тест-рослини, висіяні на середовищах, забруднених солями важких металів  $Cd^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  та  $As_2O_3$ , продемонстрували залежність збільшення частоти як соматичних внутрішньохромосомних рекомбінацій, так і точкових мутацій від дози поглинання. Тест застосовувався для контролю генотоксичності ґрунтів, відібраних у місцях, забруднених важкими металами та підтвердили чутливість системи для моніторингу забруднення ґрунтів та води металами (Kovalchuk et al., 2001). З метою підвищення ефективності тестування хімічних мутагенів розроблено вісім ліній трансгенних рослин *A. thaliana* з

різною частотою явищ гомологічної інтра-хромосомної рекомбінації. Молекулярно-генетичні дослідження виявили найтоксичнішу дію йонів Co, Cd та Cu (Орел та Ковальчук, 2003). Автори розробили технологію використання трансгенних рослин *A. thaliana* як маркерів забруднення довкілля радіонуклідами. Розробка підтверджена Євropатентом і названа біологічним лічильником Гейгера (№00116070-2116/ 15.04.00. «Process for monitoring mutagens in plants»). Це дозволило використовувати трансгенні рослини *A. thaliana* для моніторингу генетичних змін, викликаних забрудненням довкілля від аварії на ЧАЕС. Збільшення частоти соматичної внутрішньохромосомної рекомбінації спостерігалось при рівнях ядерного забруднення 0,1-900 Ки/км<sup>2</sup>, що узгоджувалося зі збільшенням хромосомних аберацій (Kovalchuk et al., 1998; 1999; 2000; 2003). Автори довели, що запропонована ними трансгенна система (рослини *A. thaliana* трансгенні за репортерним геном, що виявляє гомологічну рекомбінацію) може слугувати зручною і етично прийнятною альтернативою тваринним системам, а радіаційну небезпеку можна моніторити за допомогою трансгенних рослин.

Van der Auwera et al. (2008) розробили п'ять міссенс-мутантів і рекомбінаційний субстрат гену, що кодує β-глюкуронідазу (GUS) кишкової палички, і використали їх для виявлення мутацій і рекомбінацій в трансгенних рослинах *Arabidopsis* шляхом реактивації активності GUS в клонованих секторах. Міссенс-мутанти були розроблені для пошуку переходів C:G-до-T:A в контексті симетричної послідовності і в цьому відношенні доповнюють GUS-точкові мутанти, раніше опубліковані І. Ковальчук (Kovalchuk et al., 2000).

Ще одна трансгенна репортерна система, створена на основі арабідопсису, несе в своєму геномі ген GUS, інактивований введенням мікросателітного маркера в 5'-кінець гену безпосередньо після кодону AUG (Azaiez, 2006). Активність гену відновлюється за рахунок додавання або втрати одного або декількох повторів. Принципова схема цього мікросупутникового фітосенсора полягає в

наступному: активна копія гену β-глюкуронідази (GUS) порушується інтеграцією мікросупутника, що містить шістнадцять G нуклеотидів → це призводить до повної інактивації гену → потім мутації, що спрощуються приєднанням гуанінів або втратою одного гуаніну відновлюють рамку зчитування і призводять до активації трансгенів. Оскільки мікросателіти зазвичай мають високу частоту мутацій, кількість синіх плям у цих рослин досить велика. Це дозволяє використовувати значно меншу кількість рослин для аналізу потенційного мутагенезу.

Пізніше система аналізу, заснована на відновленні активності трансгенів β-глюкуронідази (*uidA* або GUS) була розширена завдяки застосуванню трансгенів люциферази (LUC)<sup>3</sup> у рослинах *A. thaliana*, трансформованих неактивною формою цього маркерного гену. Ilnytskyu et al. (2004) порівняли кілька трансгенних ліній *Arabidopsis*, які несуть в своєму геномі субстрати люциферази (LUC) або β-глюкоронідази (*uidA* або GUS) для гомологічної рекомбінації (HR). Середня частота рекомбінації, виявлена з трансгенном люциферази, була майже в 9 разів вищою, ніж з трансгеном β-глюкоронідази. Автори дійшли висновку, що аналіз рекомбінації люциферази через його більш високу чутливість є ефективнішим при вивченні стабільності генома рослини, ніж β-глюкуронідази.

Найповніший огляд досліджень з використанням трансгенних систем рослин, в тому числі *A. thaliana*, для оцінки генотоксичності хімічних і радіологічних сполук, знаходимо у праці (Tovar-Sánchez et al., 2019). Автори цього видання здійснили також порівняльну оцінку потенціалу трансгенних систем для подальшого вивчення соматичних і зародкових мутацій.

Фондовий Ноттінгемський центр Арабідопсису (Nottingham Arabidopsis Stock Centre (NASC)) забезпечує матеріалами Міжнародну програму геному *A. thaliana*. NASC створено колекцію близько 800 фотографій мутантних форм (*фотоморфогенетичні, біохімічні,*

<sup>3</sup> Люцифераза – окиснювальний фермент, що каталізують реакцію, яка супроводжується випусканням світла, люмінесценцією. Найбільш широко відома люцифераза світляків, зокрема, світляка *Photinus*

*pyralis*. Назва ферменту, також як і його субстрату люциферину, походить від слова Люцифер («світлоносець»)



кольорові, квіткові, формові, гормональні) та екотипів арабідопсису (<http://arabidopsis.info/BasicForm>):

✓ *кольорові мутанти*: **chlorina** – зелено-жовті пагони; **lucida** – сім'ядолі та листки світло-жовті / зелені; **redei** – строкаті листки (зелені, жовті, білі);

✓ *квіткові мутанти*: гомеотичне перетворення тичинок в пелюстки, подвійні квіти (**agamous**); чашолистків (першого кільця) на листоподібні (**apetala**);

✓ *формові мутанти*: **brevipedicellus** – стручки нахилені донизу; **clavatum** – булавоподібні стручки; **asymmetric leaves** – асиметричні, злегка завиті листки; **cupiliformis** – листки асиметричні з загорнутими догори краями;

✓ *гормональні мутанти*: **abscisic acid deficient** – нестача абсцизової кислоти, знижена життєва сила, насіння проростає в стручку на рослині за високої відносної вологості, **axr1-3** – ауксиностійкий, нерегулярні розеткові листки, схильні закручуватися під низ, злегка зменшена висота рослини, збільшена кількість бічних гілок;

✓ *біохімічні мутанти*: **chloroplast w3 fatty acid desaturase deficient** – дефіцит десатурази w3 жирних кислот хлоропласту; **ethylene overproducer** – відозмінений склад жирних кислот;

✓ *фотоморфогенетичні мутанти*: **apetala** – видовжений гіпокотиль через нестачу піримідину; **altered meristem program** – маленькі аномальної форми фіолетові пагони, утворення яких зумовлено надлишком антоціанів.

Узагальнюючи вищевикладене, можна констатувати, що більшість досліджень, які стосувалися впливу екологічних факторів на *A. thaliana*, були націлені більше на фіксацію змін геному або біохімічних параметрів. Натомість класичні екологічні дослідження *A. thaliana*, які не потребують дорогих реактивів та приладів і можуть бути використані як для оперативного біомоніто-

рингу територій, так і для ретроспективного аналізу змін навколишнього середовища, ще не сказали свого слова. Пропонуючи гусимку звичайну як модель для екологічних досліджень, ми розробили та апробували для цього цілу низку нових саме екологічних підходів і методів.

## Висновки

Основною складовою системного аналізу природного середовища є інформаційно значущі показники мінливості ознак, що легко діагностуються. Оперативний біомоніторинг спрямований на швидке та точне діагностування екологічної ситуації та може бути перспективним на територіях, небезпечних для тривалого перебування самого дослідника-еколога.

Концепція оперативного біомоніторингу, яку умовно називаємо дрозозфільною, передбачає використання *Arabidopsis thaliana* та *Drosophila melanogaster*, що мають малий розмір, невибагливість в утриманні та велике різноманіття мутантних форм, геном секвенований та анотований, як моделей для тестування впливу полутантів на живий організм.

*Arabidopsis thaliana* відповідає критерію добре охарактеризованих модельних організмів і є однією з найкращих експериментальних систем для вивчення різних процесів. *Arabidopsis* є корисною моделлю для дослідження гравітропізму, генетики, геноміки та оперативного моніторингу. На відміну від тваринних модельних організмів, для яких збереження ліній часто передбачає безперервну поточну роботу, насіння цього модельного організму може зберігатися тривалий час. Глибина розуміння та легкість маніпуляцій у системі *Arabidopsis* неперевершена, тому ця рослина залишиться еталонною рослиною в осяжному майбутньому.

## References

Andalo, C., Raquin, C., Machon, N., Godelle, B., & Mousseau, M. (1998). Direct and Maternal Effects of Elevated CO<sub>2</sub> on Early Root Growth of Germinating *Arabidopsis thaliana* Seedlings. *Annals of Botany*, 81(3), 405-411. <https://doi.org/10.1006/anbo.1997.0574>

Arabidopsis Genome Initiative. (2000). Analysis of the genome sequence of the flowering plant *Arabidopsis thaliana*. *Nature*, 408, 796–815. <https://doi.org/10.1038/35048692>

- Arany, A. M., de Jong, T. J., & van der Meijden, E. (2005). Herbivory and abiotic factors affect population dynamics of *Arabidopsis thaliana* in a sand dune area. *Plant Biol.*, 7, 549–556. <https://doi.org/10.1055/s-2005-865831>
- Azaiez, A., Bouchard, E.F., Jean, M., & Belzile, F.J. (2006). Length, orientation, and plant host influence the mutation frequency in microsatellites. *Genome*, 49(11), 1366-73. <https://doi.org/10.1139/g06-099>
- Badre, N.H., Martin, M.E., & Cooper, R.L. (2005). The physiological and behavioral effects of carbon dioxide on *Drosophila melanogaster* larvae. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.*, 140(3), 363-376. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2005.01.019>
- Boron, A. K., & Vissenberg, K. (2014). The *Arabidopsis thaliana* hypocotyl, a model to identify and study control mechanisms of cellularexpansion. *Plant Cell Reports*, 33, 697–706 <https://doi.org/10.1007/s00299-014-1591-x>
- Calap-Quintana, P., González-Fernández, J., Sebastiá-Ortega, N., Llorens, J., & Moltó, M.D. (2017). *Drosophila melanogaster* Models of Metal-Related Human Diseases and Metal Toxicity. *Int. J. Mol. Sci.*, 18(7), 1456-1466. <https://doi.org/10.3390/ijms18071456>
- Cheng, C. Y., Krishnakumar, V., Chan, A. P., Thibaud-Nissen, F., Schobel, S., & Town, Ch. D. (2017). Araport11: a complete reannotation of the *Arabidopsis thaliana* reference genome. *Plant J.*, 89, 789–804.
- Christophe, A., Janraquin, C., Machon, N., Godelle, B., & Mousseau, M. (1998). Direct and Maternal Effects of Elevated CO<sub>2</sub> on Early Root Growth of Germinating *Arabidopsis thaliana* Seedlings. *Annals of Botany*, 81, 405-411 <https://doi.org/10.1006/anbo.1997.0574>
- Colinet, H., & Renault, D. (2012). Metabolic effects of CO<sub>2</sub> anesthesia in *Drosophila melanogaster*. *Biology Letters*, 8(6), 1050-1054. <https://doi.org/10.1098%2Frsbl.2012.0601>
- Eljebbawi, A. (2021). *Arabidopsis thaliana*: un modèle pour étudier les adaptations thermique et saline des plantes dans les Pyrénées. [Doctoral Thesis, Université Toulouse]. URL: <https://www.theses.fr/2021TOU30189>
- Hines, G., Modavi, C., Jiang, K., Packard, A., Poolla, K., & Feldman, L. (2015). Tracking transience: A method for dynamic monitoring of biological events in *Arabidopsis thaliana* biosensors. *Planta*, 242(5), 1251-1261. <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2393-2>
- Ilnytskyy, Y., Boyko, A., & Kovalchuk, I. (2004). Luciferase-based transgenic recombination assay is more sensitive than  $\beta$ -glucuronidase-based. *Mutation Research / Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 559(1-2), 189-197. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2004.02.001>
- Inamdar, A.A., Zaman, T., Morath, S.U., Pu, D.C., & Bennett, J.W. (2014). *Drosophila melanogaster* as a model to characterize fungal volatile organic compounds. *Environ. Toxicol.*, 29(7), 829–836. <https://doi.org/10.1002/tox.21825>
- Jonak, C., Nakagami, H., & Hirt, H. (2004). Heavy metal stress. Activation of distinct mitogen-activated protein kinase pathways by copper and cadmium. *Plant physiology*, 136(2), 3276–3283. <https://doi.org/10.1104/pp.104.045724>
- Kovalchuk, I., & Kovalchuk, O. (2008). Transgenic Plants as Sensors of Environmental Pollution Genotoxicity. *Sensors (Basel)*. 8(3): 1539-1558. <https://doi.org/10.3390%2Fs8031539>

Kovalchuk, I., Kovalchuk, O., Arkhipov, A., & Hohn, B. (1998). Transgenic plants are sensitive bioindicators of nuclear pollution caused by the Chernobyl accident. *Nat. Biotechnology*, 16(11), 1054–1059. <https://doi.org/10.1038/3505>

Kovalchuk, I., Kovalchuk, O., & Hohn, B. (2000). Genome-wide variation of the somatic mutation frequency in transgenic plants. *EMBO J.*, 19(17), 4431–4438. <https://doi.org/10.1093/emboj/19.17.4431>

Kovalchuk, O., Kovalchuk, I., Titov, V., Arkhipov, A., & Hohn, B. (1999). Radiation hazard caused by the Chernobyl accident in inhabited areas of Ukraine can be monitored by transgenic plants. *Mutat. Res.*, 446(1), 49–55. [https://doi.org/10.1016/s1383-5718\(99\)00147-3](https://doi.org/10.1016/s1383-5718(99)00147-3)

Kovalchuk, O., Telyuk, P., Kovalchuk, L., Kovalchuk, I., & Titov, V. (2003) Novel plant bioassays for monitoring the genotoxicity of drinking water from the inhabited areas of the Ukraine affected by the Chernobyl accident. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 70(5), 847–853. <https://doi.org/10.1007/s00128-003-0060-y>

Kovalchuk, O., Titov, V., Hohn, B., & Kovalchuk, I. (2001). A sensitive transgenic plant system to detect toxic inorganic compounds in the environment. *Nat. Biotechnol.*, 19(6), 568–572. <https://doi.org/10.1038/89327>

Kovalchuk, O., Dubrova, Y., Arkhipov, A., Hohn, B., & Kovalchuk, I. (2000). Wheat DNA mutation rate after Chernobyl. *Nature*, 407(6804), 583–584. <https://doi.org/10.1038/35036692>

Kovalchuk, I., Kovalchuk, O., & Hohn, B. (2001). Biomonitoring the genotoxicity of environmental with transgenic plants. *Trends in Plant Science*, 6(7), 306–310. [https://doi.org/10.1016/s1360-1385\(01\)01985-9](https://doi.org/10.1016/s1360-1385(01)01985-9)

Kovalchuk, L.E. (2018). The use of transgenic plants *Arabidopsis thaliana* as markers of environmental contamination with radionuclides («Biological Geiger counter»). In: Scientists-Inventors of Ivano-Frankivsk National Medical University – in the Service of Human Health (pp 24–35). Ivano-Frankivsk. (in Ukrainian)

Ковальчук Л.Є. Використання трансгенних рослин *Arabidopsis thaliana* як маркерів забруднення довкілля радіонуклідами («Біологічний лічильник Гейгера»). *Вчені-винахідники Івано-Франківського національного медичного університету – на службі здоров'я людини*. Івано-Франківськ, 2018. С. 24–35.

Kozeko, L., Talalaiev, O., Neimash, V., & Povarchuk, V. (2015). A protective role of HSP90 chaperone in gamma-irradiated *Arabidopsis thaliana* seeds. *Life Sciences in Space Research*, 6, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2015.07.002>

Lee, S., Hung, R., Yin, G., Klich, M. A., Grimm, C., & Bennett, J.W. (2016). *Arabidopsis thaliana* as Bioindicator of Fungal VOCs in Indoor Air. *Mycobiology*, 44(3), 162–170. <https://doi.org/10.5941/myco.2016.44.3.162>

Maksymiec, W., & Krupa, Z. (2006). The effects of short-term exposition to Cd, excess Cu ions and jasmonate on oxidative stress appearing in *Arabidopsis thaliana*. *Environmental and Experimental Botany*, 57, 187–194. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.05.006>

Maksymiec, W., Wianowska, D., Dawidowicz, A.L., Radkiewicz, S., Mardarowicz, M., & Krupa, Z. (2005). The level of jasmonic acid in *Arabidopsis thaliana* and *Phaseolus coccineus* plants under heavy metal stress. *Journal of Plant Physiology*, 162(12), 1338–1346. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2005.01.013>

- Maksymiec, W., Wianowska, D., Dawidowicz, A.L., Radkiewicz, S., Mardarowicz, M., & Krupa, Z. (2005). The level of jasmonic acid in *Arabidopsis thaliana* and *Phaseolus coccineus* plants under heavy metal stress. *J. Plant Physiol.*, 162, 1338–1346.
- Matheson, A. C., & Parsons, P. A. (1973). The genetics of resistance to long-term exposure to CO<sub>2</sub> in *Drosophila melanogaster*; an environmental stress leading to anoxia. *Theor. Appl. Genet.*, 43(6), 261–268. <https://doi.org/10.1007/bf00277786>
- Meyer, A.J., Brach, T., Marty, L., Kreye, S., Rouhier, N., Jacquot, J.P., & Hell, R. (2007). Redox-sensitive GFP in *Arabidopsis thaliana* is a quantitative biosensor for the redox potential of the cellular glutathione redox buffer. *Plant Journal*, 52(5), 973–986. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313x.2007.03280.x>
- Morkunas, I., Woźniak, A., Mai, V. Ch., Rucińska-Sobkowiak, R., & Jeandet. The Role of Heavy Metals in Plant Response to Biotic Stress. *Molecules*, 23(9), 2320–2335. <https://doi.org/10.3390%2Fmolecules23092320>
- Mosleh Arany, A. (2006). Ecology of *Arabidopsis thaliana*: local adaptation and interaction with herbivores. [Doctoral Thesis, Leiden University]. URL: <https://hdl.handle.net/1887/3771>.
- Orel, N., & Kovalchuk, L. (2003). Cloning of sir2, rpd3 gene constructs and obtaining transgenic lines of *Arabidopsis thaliana* for testing chemical mutagens. *Visnyk Lviv. Un-tu. Biological Series*, (34), 128–134. (in Ukrainian)  
Орел Н., Ковальчук Л. Клонування конструкцій генів sir2, rpd3 та отримання трансгенних ліній *Arabidopsis thaliana* для тестування хімічних мутагенів. *Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна*. 2003. Вип. 34, С. 128–134.
- Panchuk, I.I., Volkov, R.A., & Schöffl, F. (2002). Heat stress- and heat shock transcription factor-dependent expression and activity of ascorbate peroxidase in *Arabidopsis*. *Plant physiology*, 129(2), 838–853. <https://doi.org/10.1104/pp.001362>
- Puchta, H., Swoboda, P., & Hohn, B. (1995). Induction of homologous DNA recombination in whole plants. *Plant J.*, 7(2), 203–210. <http://surl.li/ojhsq>
- Rudenko, S.S., & Morozova, T.V., (2018) Thigmomorphogenesis of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. and its indicative value. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, VI(22), 13–17. <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-186VI22-03> (in Ukrainian)  
Руденко С.С., Морозова Т.В. Тигмоморфогенез *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. та його індикаційне значення. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2018. Вип. VI, № 22. С. 13–17. <https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-186VI22-03>
- Schmöger, M.E, Oven, M., & Grill, E. (2000). Detoxification of arsenic by phytochelatin in plants. *Plant Physiology*, 122(3), 793–801. <https://doi.org/10.1104%2Fpp.122.3.793>
- Suzuki, N., Koizumi, N., & Sano, H. (2002). Screening of cadmium-responsive genes in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Environ.*, 24(11), 1177–1188. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2001.00773.x>
- Swoboda, P., Gal, S., Hohn, B., & Puchta, H. (1994). Intrachromosomal homologous recombination in whole plants. *EMBO J.*, 13(2), 484–489. <https://doi.org/10.1002%2Fj.1460-2075.1994.tb06283.x>
- Takatani, N., Ito, T., Kiba, T., Mori, M., Miyamoto, T., Maeda, S., & Omata, T. (2014). Effects of high CO<sub>2</sub> on growth and metabolism of *Arabidopsis* seedlings during growth with a constantly limited supply of nitrogen. *Plant Cell Physiol.*, 55(2), 281–292. <https://doi.org/10.1093%2Fpcp%2Fpct186>
- Taylor, M. A., Martha, D. C., Sellamuthu, R., Braun, P., Migneault, A., Browning, A., Perry, E., & Schmitt, J. (2017). Interacting effects of genetic variation for seed dormancy and flowering time on phenology,

life history, and fitness of experimental *Arabidopsis thaliana* populations over multiple generations in the field. *New Phytologist*, 216(1), 291–302. <https://doi.org/10.1111/nph.14712>

Tovar-Sánchez, E., Suarez-Rodríguez, R., Ramírez-Trujillo, A., Valencia-Cuevas, L., Hernández-Plata, I., & Mussali-Galante, P. (2019). *The Use of Biosensors for Biomonitoring Environmental Metal Pollution*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84309>

Van der Auwera, G., Baute, J., Bauwens, M., Peck, I., Piette, D., Pycke, M., Asselman, P., & Depicker A. (2008). Development and application of novel constructs to score C:G-to-T:A transitions and homologous recombination in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.*, 146(1), 22–31. <https://doi.org/10.1104/pp.107.105213>

Van der Kooij, T. A. W., & de Kok, L. J. (1996). Impact of Elevated CO<sub>2</sub> on Growth and Development of *Arabidopsis thaliana* L. *Phyton; Annales Rei Botanicae*, 36(2), 173–184. <http://surl.li/ojhvd>

Volkov, R. A., Panchuk, I. I., Mullineaux, P. M., & Schöffl F. (2006). Heat stress-induced H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> is required for effective expression of heat shock genes in *Arabidopsis*. *Plant molecular biology*, 61(4–5), 733–746. <https://doi.org/10.1007/s11103-006-0045-4>

Woodward, A.W., & Bartel, B. (2018). Biology in Bloom: A Primer on the *Arabidopsis thaliana* Model System. *Genetics*, 208(4), 1337–1349. <https://doi.org/10.1534/genetics.118.300755>.

Yadav, K. (2010). Heavy metals toxicity in plants: an overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. *South African Journal of Botany*, 76(2), 167–179. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2009.10.007>

Zhang, L., Zhang, F., Melotto, M., Yao, J., & He, S.Y. (2017). Jasmonate signaling and manipulation by pathogens and insects. *Journal of Experimental Botany*, 68(6), 1371–1385. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw478>

Züst, T., Heichinger, C., Grossniklaus, U., Harrington, R., Kliebenstein, D. J., & Turnbull, L. A. (2012). Natural Enemies Drive Geographic Variation in Plant Defenses. *Science*, 338(6103), 116–119. <https://doi.org/10.1126/science.1226397>

Received: 07.12.2023. Accepted: 18.12.2023. Published: 19.01.2024.

Ви можете цитувати цю статтю так:

Cite this article in APA style as:

Морозова Т. *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. як модельний об'єкт екологічних досліджень. *Biota, Human, Technology*. 2023. №3. С. 83–93

Morozova, T. (2023). *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. as a model object of environmental research. *Biota, Human, Technology*, 3, 83–93 (in Ukrainian)

#### Information about the author:

**Morozova T.** [*in Ukrainian: Морозова Т.*], Ph.D. in Biol. Sc., Assoc. Prof., email: tetiana.morozova@ukr.net  
 ORCID: 0000-0003-4836-1035 *Scopus-Author ID: 57219053455*  
 Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, National Transport University  
 1 Mykhaylo Omelyanovycha-Pavlenko Str., Kyiv, 02000, Ukraine



**MAN AND HIS HEALTH**  
ЛЮДИНА ТА ЇЇ ЗДОРОВ'Я



UDC 612.111:611.018.54]-055.1/.2

*Halina Tkaczenko, Urszula Osmólska, Natalia Kurhaluk***RED CELL INDICES IN MEN AND WOMEN  
WITH NORMAL AND LOW PLASMA IRON LEVELS***Галина Ткаченко, Уршуля Осмульська, Наталія Кургалюк***ЕРИТРОЦИТАРНІ ПОКАЗНИКИ У ЧОЛОВІКІВ І ЖІНОК  
З НОРМАЛЬНИМ ТА НИЗЬКИМ РІВНЕМ ЗАЛІЗА У ПЛАЗМІ КРОВІ**

DOI: 10.58407/bht.3.23.7

**ABSTRACT**

**The aim** of this study was to analyze changes in morphological blood parameters in women and men with reduced and normal iron levels. In this study, morphological blood parameters such as the count of red blood cells (RBC), hemoglobin concentration (HGB), hematocrit (HCT), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), and red cell distribution width (RDW) were studied in four groups of individuals (women with normal iron levels; women with reduced iron levels; men with normal iron levels; men with reduced iron levels).

**Methodology.** This study was carried out in a group of 203 individuals. The group of women participating in the study consisted of 106 individuals (52.2 %), while the group of men consisted of 97 individuals (47.8 %). After analysis of plasma iron levels, all patients were divided into the following groups: 1) women with normal iron levels (37-145 µg/dl, n = 48); 2) women with reduced iron levels (< 37 µg/dl; n = 58); 3) men with normal iron levels (59-158 µg/dl, n = 41); 4) men with reduced iron levels (< 59 µg/dl, n = 56). In each group of individuals, the number of erythrocytes and erythrocyte parameters was determined. Plasma iron was assessed using a substrate method. Hematological measurements were made in fresh venous blood. Hematology parameters were determined on an ABX Pentra DF120 hematology analyzer (Horiba ABX).

**Scientific novelty.** Erythrocyte indices analyzed in the blood of women with reduced iron levels compared to women with normal iron levels showed lower values of hemoglobin, hematocrit, MCV, MCH, and MCHC in the blood. Increased values of RDW and the count of erythrocytes in the blood of women with reduced iron levels compared to the control group of women were noted. Similarly, when comparing the values of erythrocyte indices obtained in the group of men with reduced iron levels to the control group of men with normal iron levels, reduced values of MCH, MCV, and MCHC were demonstrated. However, the values of the count of erythrocytes, RDW, hematocrit, and hemoglobin levels were elevated compared to the control. The reverse trend in erythrocyte indices such as hemoglobin and hematocrit indices between the group of women and the group of men with reduced iron levels was observed. Comparing the obtained values with the reference values, it was noted that the reduced values of the count of erythrocytes, and the level of hemoglobin and hematocrit were obtained in all study groups. An increased MCV value compared to the reference values was noted in the group of women and men with normal iron levels. Men with normal iron levels had elevated MCH values. In all studied groups, an increased level of RDW was noted compared to reference values.

**Conclusions.** Erythrocyte count, hemoglobin concentration, and certain erythrocyte indices (MCV, MCH, MCHC, and RDW) can be additional indices in the diagnosis of iron deficiency state both in men and women. It should be emphasized that even in non-anemic patients with erythrocyte count, hemoglobin concentration, and MCV, MCH, and MCHC above the lower limit of normal, the concentration of iron in the plasma could be lower than the reference values.

**Key words:** iron concentration, erythrocyte count, hematocrit, hemoglobin, erythrocyte indices

**АНОТАЦІЯ**

**Метою** цього дослідження був аналіз змін морфологічних показників крові у жінок і чоловіків зі зниженим і нормальним рівнем заліза. У цьому дослідженні морфологічні показники крові, такі як кількість еритроцитів (RBC), концентрація гемоглобіну (HGB), гематокрит (HCT), середній об'єм еритроцита (MCV), середній вміст гемоглобіну в еритроцитах (MCH), середня концентрація гемоглобіну в еритроцитах (MCHC) і відносна ширина

розподілу еритроцитів по об'єму (RDW) вивчали в чотирьох групах осіб (жінки з рівнем заліза в нормі в плазмі; жінки з рівнем заліза нижче норми; чоловіки з рівнем заліза в нормі; чоловіки з рівнем заліза нижче норми).

**Методологія.** Це дослідження проводилося в групі 203 осіб. Група жінок, які брали участь у дослідженні, складала 106 осіб (52,2 %), а група чоловіків – 97 осіб (47,8 %). Після аналізу рівня заліза в плазмі всі пацієнти були розподілені на такі групи: 1) жінки з рівнем заліза в нормі (37-145 мкг/дл, n = 48); 2) жінки з рівнем заліза нижче норми (< 37 мкг/дл; n = 58); 3) чоловіки з рівнем заліза в нормі (59-158 мкг/дл, n = 41); 4) чоловіки з рівнем заліза нижче норми (< 59 мкг/дл, n = 56). У кожній групі визначали кількість еритроцитів і еритроцитарні показники. Залізо в плазмі оцінювали субстратним методом. Вимірювання гематологічних показників визначали на гематологічному аналізаторі ABX Pentra DF120 (Horiba ABX) у свіжій венозній крові з етилендіамінтетраоцтовою кислотою (Кз-EDTA).

**Наукова новизна.** Аналіз еритроцитарних показників крові жінок із дефіцитом заліза порівняно з жінками з рівнем заліза в нормі показав нижчі значення рівня гемоглобіну, гематокриту, MCV, MCH та MCHC у крові. У жінок з дефіцитом заліза відмічено підвищення значень RDW та кількості еритроцитів у крові порівняно з контрольною групою жінок. Так само при порівнянні значень еритроцитарних показників, отриманих у групі чоловіків із дефіцитом заліза, з контрольною групою чоловіків з рівнем заліза в нормі було відмічено знижені значення MCH, MCV та MCHC. Проте кількість еритроцитів, значення RDW, гематокриту та рівня гемоглобіну були підвищені порівняно з контролем. Спостерігалася зворотна динаміка еритроцитарних показників, таких як рівень гемоглобіну і гематокрит, між групою жінок і групою чоловіків із дефіцитом заліза. Порівнюючи отримані значення з показниками норми, відзначено, що знижені значення кількості еритроцитів, рівня гемоглобіну та гематокриту отримані в усіх досліджуваних групах. У групі жінок і чоловіків з нормальним рівнем заліза відзначено підвищення значення MCV порівняно з референтними значеннями. Чоловіки з рівнем заліза в нормі мали підвищені значення MCH. В усіх досліджуваних групах відзначено підвищення рівня RDW порівняно з референтними значеннями.

**Висновки.** Додатковими показниками в діагностиці залізодефіцитного стану як у чоловіків, так і у жінок можуть бути кількість еритроцитів, концентрація гемоглобіну та деякі еритроцитарні індекси (MCV, MCH, MCHC, RDW). Слід підкреслити, що навіть у пацієнтів без анемії з кількістю еритроцитів, концентрацією гемоглобіну та показниками MCV, MCH і MCHC, які знаходяться вище нижньої межі норми концентрація заліза в плазмі може бути нижчою за референтні значення.

**Ключові слова:** концентрація заліза, кількість еритроцитів, гематокрит, гемоглобін, еритроцитарні показники

## Introduction

Iron deficiency is the leading cause of anemia and is a serious public health problem worldwide (Pasricha et al., 2021). Since approximately two-thirds of the total iron in the body is used in the synthesis of hemoglobin, its deficiency affects the production of red blood cells (Koury and Ponka, 2004). Approximately three billion people worldwide suffer from iron deficiency anemia, which is caused by iron intake being less than required (Ning and Zeller, 2019). Iron deficiency can also result from blood loss, gastrointestinal bleeding, blood donation, or pregnancy. Iron deficiency anemia can also be caused by cancer (of the esophagus, stomach, or colon) (Pasricha et al., 2021). Children and women are much more likely to be iron deficient (Percy et al., 2017; Means, 2020). Iron deficiency can also result from premature birth, poor growth, and cognitive development, and affects the nervous system. Patients presenting to physicians may experience symptoms related to anemia, which include chronic fatigue, poor exercise tolerance, headaches, and difficulty concentrating (Andrews, 2008; Chifman et al., 2014).

Untreated iron deficiency anemia can lead to serious complications such as irregular heartbeat, angina pectoris, heart attack, low birth weight, increased risk of infection, and delayed growth (Andrews, 1999). Changes in diet and iron supplementation can help treat mild iron deficiencies, while severe cases of iron deficiency may require red blood cell transfusions, intravenous iron, or iron injections (Pasricha et al., 2021).

Iron-resistant iron deficiency anemia is caused by a rare mutation in the TMPRSS6 gene, which encodes Matriptase-2 and is expressed in the liver. This mutation leads to a decrease in TMPRSS6 activity and, consequently, to an increase in hepcidin concentration. As a result, the absorption of iron from the intestine and the release of iron from macrophages is inhibited, causing severe iron deficiency (Ganz, 2011; Hentze et al., 2014). High levels of hepcidin block intestinal iron absorption and iron recycling by macrophages, causing iron-restricted erythropoiesis and anemia. Low levels of hepcidin help supply iron to the bone marrow for hemoglobin synthesis and red blood cell production. Extended erythropoiesis after hemorrhage or treatment with erythropoietin



blocks hepcidin by sharply reducing transferrin saturation and releasing the erythroblast hormone and the hepcidin inhibitor erythroferrone (Pagani et al., 2019).

Anemia due to chronic inflammation, also called chronic anemic disease (ACD), is a systemic iron disorder and occurs in association with malignancies, chronic infections, trauma, inflammatory disorders, and organ failure (Andrews, 2004). Iron stores in chronic anemic disease are not depleted, but iron is cumulated in macrophages. In addition, reduced iron absorption inhibits hemoglobin synthesis. Serum iron deficiency is a consequence of an increase in hepcidin in response to inflammation, which may be an attempt to limit the availability of iron to invasive microorganisms and tumor cells (Nemeth et al., 2003). Hepcidin production is induced by the inflammatory cytokine interleukin-6 (IL-6), bacterial pathogens, and lipopolysaccharides (Nemeth et al., 2004). Chronic anemia is considered mild to moderate anemia, and its treatment usually focuses on iron supplementation (Chifman et al., 2014).

Paying attention to the current issue of iron deficiency and the occurrence of iron deficiency anemia among different age groups, the aim of this study was to analyze changes in morphological blood parameters in women and men with reduced and normal iron levels. In this study, morphological blood parameters such as the count of red blood cells (RBC), hemoglobin concentration (HGB), hematocrit (HCT), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), and red cell distribution width (RDW) were studied in four groups of individuals (women with normal iron levels; women with iron levels below the norm; men with normal iron levels; men with iron levels below normal).

### Materials and methods

**Participants.** The participants of the study were recruited among patients of non-public Health Care Center U & O Zdrowie – Home-based long-term care (Lębork, Poland). A detailed medical history was taken, and a physical examination was performed on all participants. The Research Ethics Committee of the Regional Medical Commission in Gdańsk (Poland) approved the study (KB-21/19). All patients provided written informed consent

before the start of the study procedures. This study was carried out in a group of 203 individuals. The group of women participating in the study consisted of 106 individuals (52.2 %), while the group of men consisted of 97 individuals (47.8 %). The mean age of individuals who participated in the study was ( $44.85 \pm 6.74$ ) years for women, and ( $47.13 \pm 5.92$ ) years for men.

After analysis of plasma iron levels, all patients were divided into the following groups: 1) women with normal iron levels (37-145  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ,  $n = 48$ ); 2) women with iron levels below the norm ( $< 37 \mu\text{g}/\text{dl}$ ;  $n = 58$ ); 3) men with normal iron levels (59-158  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ,  $n = 41$ ); 4) men with iron levels below normal ( $< 59 \mu\text{g}/\text{dl}$ ,  $n = 56$ ). In each group of patients, the number of erythrocytes and erythrocyte parameters was determined.

**Blood samples.** Blood samples were collected into commercial tubes after overnight fasting for the analysis of laboratory parameters. Venous blood samples (5 ml) were obtained from the capital vein of each participant using sterile disposable plastic syringes. Specimens were collected at the same standardized time to minimize any effect of diurnal variation. Hematological measurements were made in fresh venous blood with ethylenediaminetetraacetic potassium ( $\text{K}_3\text{-EDTA}$ ). The analytical material for the determination of the iron level was plasma collected on heparin.

**Determination of the iron level.** Plasma iron was assessed using a substrate method. Iron levels were determined on a Roche/Hitachi cobas® Integra 8000 analyzer. The method used to determine the iron concentration is the Guanidine/FerroZine® method, in which iron ( $\text{Fe}^{3+}$ ) after being released from transferrin by guanidine tetrachloride, is then reduced to  $\text{Fe}^{2+}$  by ascorbate and hydroxylamine. Iron ions  $\text{Fe}^{2+}$  then form a chelating complex with FerroZine®. This complex is red in color and, in order to avoid interference with copper,  $\text{Ca}^{2+}$  ions are then bound by thiourea. The color intensity developed during the reaction is directly proportional to the concentration of iron in the tested sample. The cobas® Integra 8000 analyzer automatically dispenses both reagent and test material and measures absorbance.

**Hematological indices.** Hematology parameters were determined on an ABX Pentra DF120 hematology analyzer (Horiba ABX). The

essence of the quantitative determination of morphotic elements of peripheral blood is based on the conductometric method. This method is based on the change in impedance caused by the passage of blood cells through calibrated microapertures. The blood sample is diluted with a fluid with electrolytic properties. The electrical resistance of the diluent is much lower than that of blood cells. The solution is vacuum sucked through the micro diaphragm. Two electrodes are placed on either side of the diaphragm. Current flows between the two electrodes continuously. When a blood cell appears in the aperture of the diaphragm, the electrical resistance between the electrodes increases in proportion to the volume of the blood cell. The generated pulses of very low voltage are amplified and shaped by the electronic system. This system eliminates interference pulses with a value lower than the set switching threshold. The analyzer uses two measuring chambers: one for counting leukocytes, and the other for counting erythrocytes and platelets. Reagents used: ABX Diluent, ABX Basolyse, ABX Cleaner, ABX Alphalyse, ABX Leucodiff, ABX Lysebio. Well-mixed samples with blood were inserted into the analyzer to determine the morphological parameters. The morphological study of

peripheral blood included the following parameters: count of red blood cells (RBC); hemoglobin concentration (HGB); hematocrit (HCT); mean corpuscular volume (MCV); mean corpuscular hemoglobin (MCH); mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC); red cell distribution width (RDW).

**Statistical analysis.** The mean  $\pm$  S.E.M. values were calculated for each group to determine the significance of the intergroup difference. All variables were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov and Lilliefors test ( $p > 0.05$ ). The significance of differences between the erythrocyte parameters (significance level,  $p < 0.05$ ) was examined using the Mann-Whitney U test and the Kruskal-Wallis test by rank (Zar, 1999). All statistical calculations were performed on separate data from each individual with STATISTICA 13.3 software (TIBCO Software, Poland).

### Results and discussion

The level of iron in the plasma of women and men with normal and reduced iron levels is shown in Fig. 1.

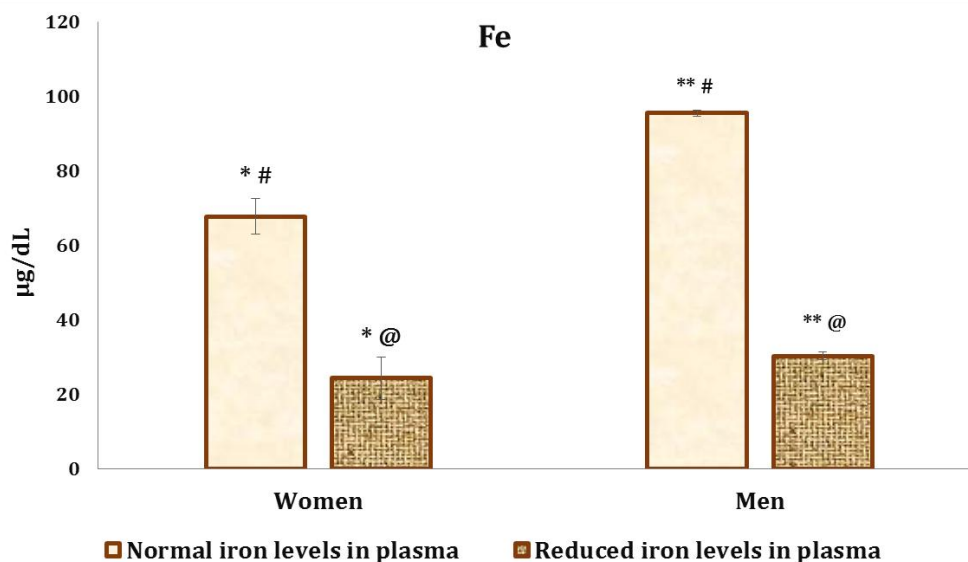


Fig. 1. The level of iron in the plasma of women and men with normal and reduced iron levels.

- \* – statistically significant changes between the means in the groups of women with normal and reduced iron levels;
- \*\* – statistically significant changes between the means in the groups of men with normal and reduced iron levels;
- # – statistically significant changes between the means in the groups of women and men with reduced and normal iron levels;
- @ – statistically significant changes between the means in the groups of women and men with reduced and normal iron levels

According to the reference values, the normal plasma iron level in women is 37-145  $\mu\text{g/dl}$ , and in men 59-158  $\mu\text{g/dl}$ . According to the results obtained in our study, it was noted that the highest plasma iron level was obtained by a group of men with normal iron levels ( $95.46 \pm 5.74 \mu\text{g/dl}$ ). Slightly lower iron levels were noted in the group of women with normal iron levels ( $67.69 \pm 4.70 \mu\text{g/dl}$ ). Iron-deficient men had plasma iron values of ( $30.24 \pm 1.05 \mu\text{g/dl}$ ), while iron-deficient women had iron levels at ( $24.33 \pm 0.83 \mu\text{g/dl}$ ). Analyzing the groups of women among themselves, a significantly higher level of iron was recorded in the plasma of women with normal iron levels and amounted to 178% ( $p < 0.05$ ) compared to those who possessed reduced iron levels. Similarly, men with normal iron levels obtained three times higher plasma iron levels than men with its deficiency, and these changes are statistically significant ( $p < 0.05$ ). Comparing the group of women with the group of men with normal iron levels, a higher value of iron in the blood was recorded in the group of men (by 41%,  $p < 0.05$ ). However, the analysis of the group of women compared to the group of men with iron deficiency showed that the level of

iron in the plasma was higher by 24% in the group of men and these changes were statistically significant ( $p < 0.05$ ) (Fig. 1).

Erythrocytes, otherwise known as red blood cells, are specialized blood cells whose goal is to transport oxygen from the lungs to the rest of the body's tissues. Too high values of erythrocytes most often indicate dehydration of the patient, i.e. a situation in which the amount of water in the blood decreases, which increases the amount of morphotic elements. An increase in the number of erythrocytes can also lead to chronic hypoxia of the body, most often in people who smoke cigarettes, habitat in areas located at significant geographical heights, as well as in people struggling with heart defects or lung diseases that lead to disorders of gas exchange processes in the blood. Rare problems contributing to a high number of erythrocytes are cancers that produce compounds that increase the intensity of hematopoietic processes or treatment with the use of glucocorticoids ([www.diag.pl](http://www.diag.pl)).

The number of erythrocytes in the blood of men and women with normal and reduced iron levels is shown in the figure 2.

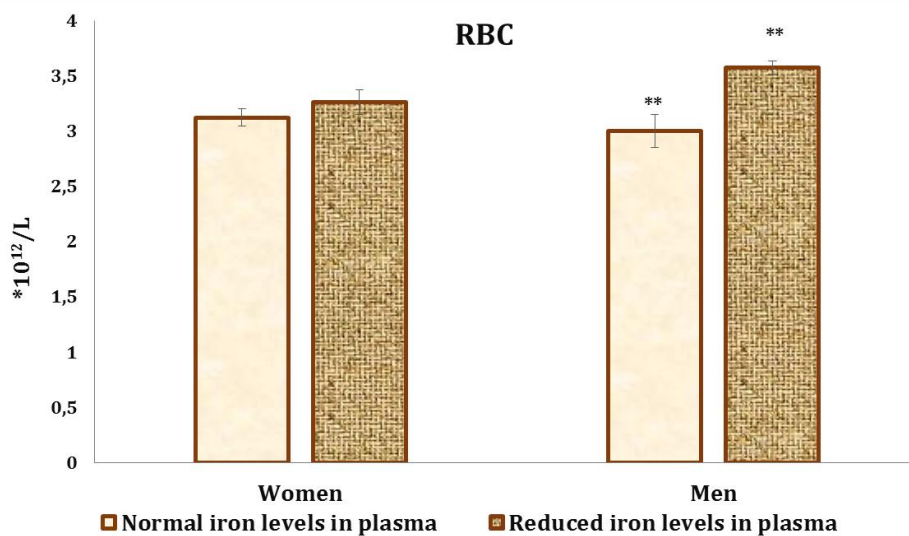


Fig. 2. The number of erythrocytes in the blood of men and women with normal and reduced iron levels.

\*\* – statistically significant changes between the mean in the groups of men with normal and reduced iron levels

According to the results of our study, the highest number of erythrocytes was recorded in the blood of women ( $3.26 \pm 0.15 \text{ M/ml}$ ) and men with reduced iron levels ( $3.37 \pm 0.06 \text{ M/ml}$ ) com-

pared to the number of erythrocytes obtained in the blood of women ( $3.12 \pm 0.08 \text{ M/ml}$ ) and men with normal iron levels ( $3.00 \pm 0.11 \text{ M/ml}$ ). In the blood of women with reduced iron levels, a

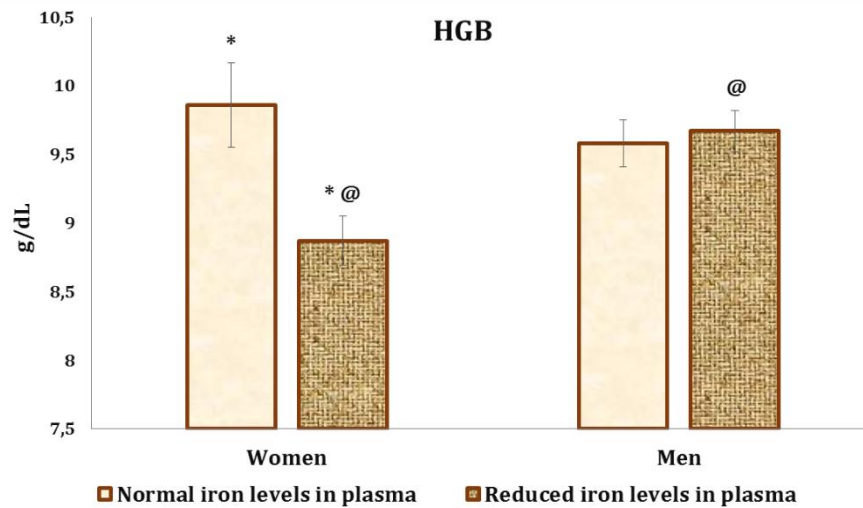
higher number of erythrocytes was noted (by 4.5 %,  $p > 0.05$ ) compared to the values in the group of women with normal iron levels. Similarly, in the group of men with reduced iron levels, a statistically significantly higher number of erythrocytes was found (by 12.3 %,  $p < 0.05$ ) compared to the values obtained in men with normal iron levels. Comparing the values of the number of erythrocytes in the blood of women and men with normal iron levels, a higher number of erythrocytes in the blood of women  $[(3.12 \pm 0.08 \text{ M/ml})_{\text{vs.}} (3.00 \pm 0.11 \text{ M/ml})]$ , which was 4 % ( $p > 0.05$ ). Analyzing the number of erythrocytes in the blood in the groups of women and men with reduced iron levels, a reverse trend was observed: a higher number of erythrocytes was found in the blood of men  $(3.37 \pm 0.06 \text{ M/ml})$  compared to the group of women  $(3.26 \pm 0.15 \text{ M/ml})$ , which was 3 % ( $p > 0.05$ ) (Fig. 2). The reference values of the number of erythrocytes in the blood of women are 3.5 – 5.2 million/ $\text{mm}^3$  and for men are 4.2 – 5.4 million/ $\text{mm}^3$ . The results of our study revealed that both in the blood of women and men, the number of erythrocytes was below the reference values.

The World Health Organization defines anemia as a blood hemoglobin concentration below 7.7 mmol/L (13 g/dL) in men and 7.4 mmol/L (12 g/dL) in women. Typically, evaluation of the cause of anemia includes a complete blood count, peripheral smear, reticulocyte count, and serum iron indices. The severity of anemia depends on the patient's hemoglobin/hematocrit level. Iron deficiency anemia is characterized by microcytic, hypochromic erythrocytes and low iron stores. Mean blood cell volume is a measure of the average volume of red blood cells, and mean corpuscular hemoglobin concentration is a measure of the hemoglobin concentration in a given volume of red blood cells. The normal reference ranges for mean cell volume are 80–100 fL and the mean cell hemoglobin concentration is 320–360 g/L. A patient's cells are said to be microcytic and hypochromic, respectively, when these values are less than the normal reference range. It is worth noting that up to 40 % of patients with true iron deficiency anemia will have normocytic erythrocytes (i.e. normal mean cell volume does not rule out iron deficiency anemia) (Bermejo and Garcia-Lopez, 2009).

Red blood cell distribution width is a measure of red cell width variability and is used in conjunction with mean red cell volume to distinguish mixed-cause anemia from single-cause anemia. The normal reference range is 11–14 %; an increased value of the width of the distribution of red blood cells indicates a change in the size of the red blood cells, which is known as anisocytosis. The width of red blood cell distribution may be increased in the early stages of iron deficiency anemia or when the patient has both iron deficiency anemia and folic acid deficiency with or without vitamin B<sub>12</sub> deficiency, both of which cause macrocytic anemia. It is common for the platelet count to be greater than 450,000/ $\mu\text{l}$  in the presence of iron deficiency anemia. When examining the peripheral smear of a patient with chronic iron deficiency anemia, hypochromic, microcytic erythrocytes can usually be seen. Thrombocytosis may also be seen. It should be noted that microcytosis seen in a peripheral smear may be seen before abnormalities in a complete blood count. If the patient has concomitant folic acid or B<sub>12</sub> deficiency, the peripheral smear will be a mix of hypochromic macrocytic and microcytic erythrocytes, along with normalization of mean corpuscular volume (Johnson-Wimbley and Graham, 2011).

One of the basic blood tests is the determination of the level of hemoglobin, which provides a lot of information about the patient's health. Hemoglobin molecules contain iron in their structure, thanks to which they are able to effectively fulfill their role, which is the transport of oxygen and carbon dioxide. The measurement of hemoglobin in the complete blood count is referred to as Hb or HGB. Most cases where there is an increase in hemoglobin in the blood are not a cause for concern, and its most common cause is dehydration of the body. High hemoglobin concentrations may also occur in the situation of prolonged, slight hypoxia, or in people intensively practicing endurance sports. It should also be taken into account that a high concentration of hemoglobin may indicate the development of diseases associated with impaired production of erythrocytes in the bone marrow, as well as certain genetic and oncological diseases ([www.diag.pl](http://www.diag.pl)).

The figure 3 shows the level of hemoglobin in the blood of women and men with normal and reduced iron levels.



**Fig. 3.** The level of hemoglobin in the blood of women and men with normal and reduced iron levels.

\* – statistically significant changes between the means in the groups of women with normal and reduced iron levels;

@ – statistically significant changes between the means in the groups of women and men with reduced iron levels

Our results showed that the highest level of hemoglobin is found in women with normal blood iron levels ( $9.86 \pm 0.31$  g/dl), while both men with normal iron levels ( $9.58 \pm 0.18$  g/dl), and those with reduced iron levels ( $9.67 \pm 0.15$  g/dl) have approximate values. The lowest hemoglobin level was noted in women with reduced iron levels ( $8.87 \pm 0.17$  g/dl). Comparing the results obtained between groups of women with normal iron levels and women with reduced iron levels [ $(9.86 \pm 0.31$  g/dl) *vs.* ( $8.87 \pm 0.17$  g/dl)], we notice statistically significant changes (by 11%,  $p < 0.05$ ). Similarly, in the group of men with reduced iron levels compared to men with normal levels [ $(9.67 \pm 0.15$  g/dl) *vs.* ( $9.58 \pm 0.18$  g/dl)] we notice similar results. Comparing the results in women and men with normal iron levels, we notice a difference in the results obtained of 2% ( $p > 0.05$ ), while in women and men with reduced iron levels, this difference is 9% and is a statistically significant ( $p < 0.05$ ) (Fig. 3). The reference values of the hemoglobin level in women are 11.5-16.5 g/dl, while in men 13.0-18.0 g/dl. The results obtained in our study indicate that all groups are deficient in hemoglobin.

The hematocrit is a measure of the volume ratio of red blood cells (erythrocytes) to whole blood. Based on the percentage, it allows you to determine the proportion of erythrocytes compared to other blood cells, such as

leukocytes and platelets. Both increased and decreased hematocrit indicate a disorder in the functioning of the body ([www.medonet.pl](http://www.medonet.pl)). Its elevated level can be the result of diarrhea, vomiting, excessive sweating, cancer, or pregnancy. On the other hand, a reduced hematocrit may indicate anemia caused by iron deficiency, gastrointestinal bleeding, bone marrow disorders, or kidney problems ([www.medonet.pl](http://www.medonet.pl)).

Figure 4 presents blood hematocrit values in women and men with normal and reduced iron levels.

According to the results obtained in our study, the highest level of hematocrit was achieved by men with reduced iron levels ( $30.04 \pm 0.45$  %) compared to the other groups. Women with normal iron levels ranked second ( $29.03 \pm 0.55$  %), followed by men with normal iron levels ( $28.77 \pm 0.49$  %) and women with reduced iron levels ( $27.83 \pm 0.48$  %). Analyzing the results between women with normal iron levels and those with reduced iron levels [ $(29.03 \pm 0.55$  %) *vs.* ( $27.83 \pm 0.48$  %)] we note that women with normal iron levels have 4 % higher hematocrit levels ( $p > 0.05$ ). When checking the results between men with normal and reduced iron levels [ $(28.77 \pm 0.49$  %) *vs.* ( $30.04 \pm 0.45$  %)], we can observe that men with reduced iron levels have higher hematocrit levels (by 4 %,  $p > 0.05$ ).

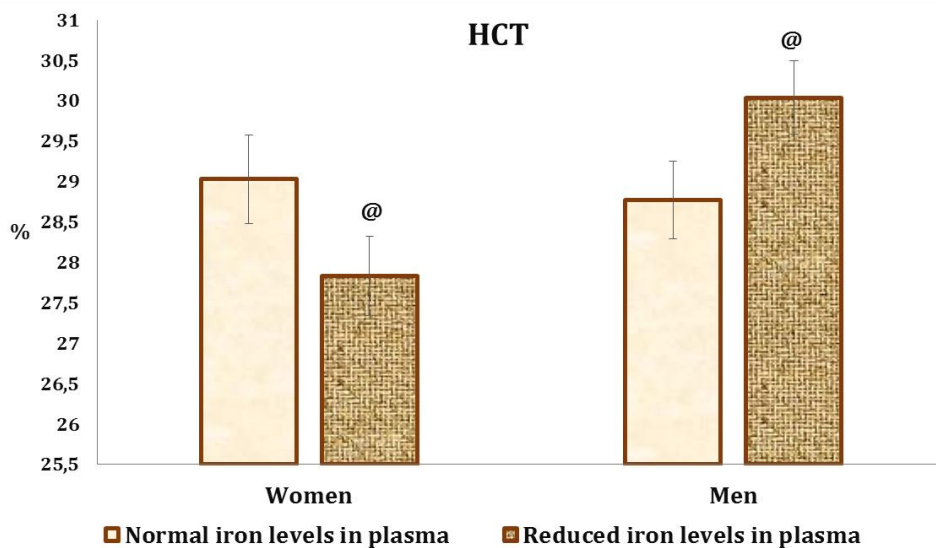


Fig. 4. Blood hematocrit values in women and men with normal and low iron levels.

@ – statistically significant changes between the means in the groups of women and men with reduced iron levels

Comparing the hematocrit levels obtained in the group of women and men with normal iron levels, higher results were noted in women (by 0.9 %,  $p > 0.05$ ). On the other hand, in the group of men with reduced iron levels, a statistically significant difference was found in the values obtained in women with reduced iron levels (by 7 %,  $p < 0.05$ ) (Fig. 4). The hematocrit reference values for women and men are

41-55 %. The normal hematocrit for an adult woman is in the range of 37 to 47 %, while for an adult man – 40 to 50 %. The results obtained in all of the studied groups are below the reference values.

The figure 5 shows the values of the mean red blood cell volume (MCV) in the groups of men and women with normal and low iron levels.

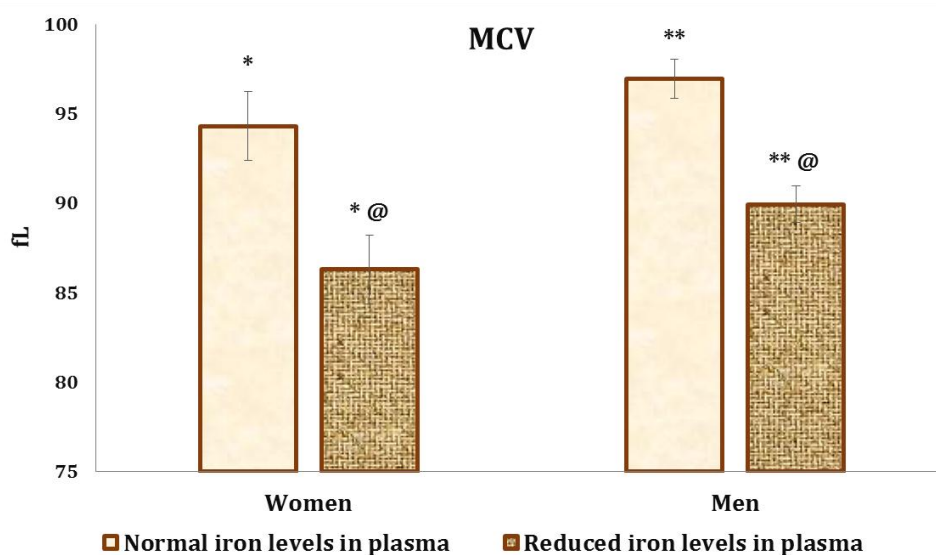


Fig. 5. Mean corpuscular volume (MCV) of erythrocytes in women and men with normal and low iron levels.

- \* – statistically significant changes between the means in the groups of women with normal and reduced iron levels;
- \*\* – statistically significant changes between the means in the groups of men with normal and reduced iron levels;
- @ – statistically significant changes between the means in the groups of women and men with reduced iron levels

The mean red blood cell volume (MCV) data obtained in our studies, starting with the highest value, are as follows: men with normal iron levels ( $96.95 \pm 1.91$  fL), women with normal iron levels ( $94.30 \pm 1.42$  fL), men with reduced iron levels ( $89.94 \pm 1.04$  fL), women with reduced iron levels ( $86.29 \pm 1.10$  fL). When analyzing a group of women, we can suggest that women with normal iron levels have higher MCV values compared to the group of women with reduced iron levels (by 9 %), and these changes are statistically significant between the mean in these groups ( $p < 0.05$ ). In the case of groups of men, men with normal iron levels showed higher MCV values than men with reduced iron levels (by 7 %) and these changes are statistically significant ( $p < 0.05$ ). Comparing the mean values of MCV among groups of women and men with normal iron levels [ $(94.30 \pm 1.42$  fL) vs.  $(96.95 \pm 1.91$  fL)], we noted a difference in the results of 2 % ( $p > 0.05$ ). However, the situation is slightly different when comparing groups of men and women with reduced iron levels [ $(89.94 \pm 1.04$  fL) vs.  $(86.29 \pm 1.10$  fL)] because the difference in results is 4 % ( $p < 0.05$ ) in men with the reduced iron levels (Fig. 5). Reference MCV values are in the range of 82-92 fL. Our research has shown

that the MCV values in the groups of women and men with reduced iron levels are within the norm, while in the group of women and men with normal iron levels, the MCV values are above the norm.

MCH is the average mass of hemoglobin in an erythrocyte and is not dependent on age and gender, while the test result may be affected by pregnancy or menstruation. Both elevated and decreased MCH results most often indicate anemia. Changes in MCH values may be indicative of serious pathological conditions. Elevated levels of MCH can be associated with many comorbidities. It mainly occurs when there is hyperchromic or megaloblastic anemia (macrocytic anemia resulting from abnormal DNA synthesis, vitamin B<sub>12</sub>, or folic acid deficiency) and in the case of liver cirrhosis. A reduced MCH value is called microcytosis and occurs in the case of water and electrolyte disorders, hypochromic anemia due to iron deficiency, cancer-induced anemia, anemia in chronic disease states, and as a result of a large of blood loss (Yamaguchi et al., 2022).

The mean corpuscular hemoglobin (MCH) in the groups of women and men with normal and reduced iron levels is presented in Figure 6.

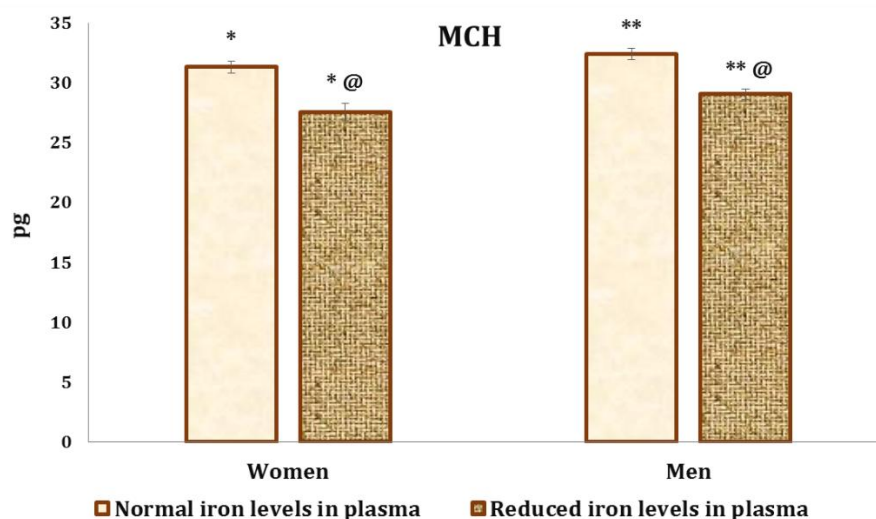


Fig. 6. The mean corpuscular hemoglobin (MCH) in the groups of women and men with normal and reduced iron levels.

- \* – statistically significant changes between the means in the groups of women with normal and reduced iron levels;
- \*\* – statistically significant changes between the means in the groups of men with normal and reduced iron levels;
- @ – statistically significant changes between the means in the groups of women and men with reduced iron levels

The results of our research showed that the highest MCH value was recorded in the group of men with normal iron levels ( $32.36 \pm 0.71$  pg). A high value of MCH was noted in the group of women with normal iron levels ( $31.29 \pm 0.51$  pg), and slightly lower values were obtained in men with reduced iron levels ( $29.03 \pm 0.42$  pg). The lower MCH value was observed in the women with reduced iron levels ( $27.53 \pm 0.46$  pg). In the blood of women with normal iron levels, the MCH was higher than in women with reduced iron levels (by 13 %,  $p < 0.05$ ). Similarly, in the group of men with normal iron levels, the MCH value was higher than in men with reduced iron levels (by 11 %,  $p < 0.05$ ). Taking into account the group of women and the group of men with normal iron levels, we observe a higher level of MCH in the group of men (by 3 %,  $p > 0.05$ ). Analyzing the MCH values in the groups of women and men with reduced iron levels [ $(27.53 \pm 0.46$  pg) *vs.* ( $29.03 \pm 0.42$  pg)], we observe a higher MCH value in men (by 5 %,

$p < 0.05$ ) (Fig. 6). Reference values of MCH are in the range of 27-32 pg in both sexes. The MCH within the reference values was recorded in the groups of women with normal iron levels and in women with reduced iron levels, as well as in men with reduced iron levels. Only the group of men with normal iron levels had the MCH more than the reference values.

The mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) is the average concentration of hemoglobin in the erythrocyte and is one of the indicators of the red blood cell system. Its reduced value in erythrocytes is often found in patients with anemia, mainly the one caused by iron deficiency. Elevated MCHC value, on the other hand, accompanies the abnormal structure of red blood cells in congenital spherocytosis (Cascio and DeLoughery, 2017).

The MCHC value in the groups of women and men with normal and reduced iron levels is presented in Figure 7.

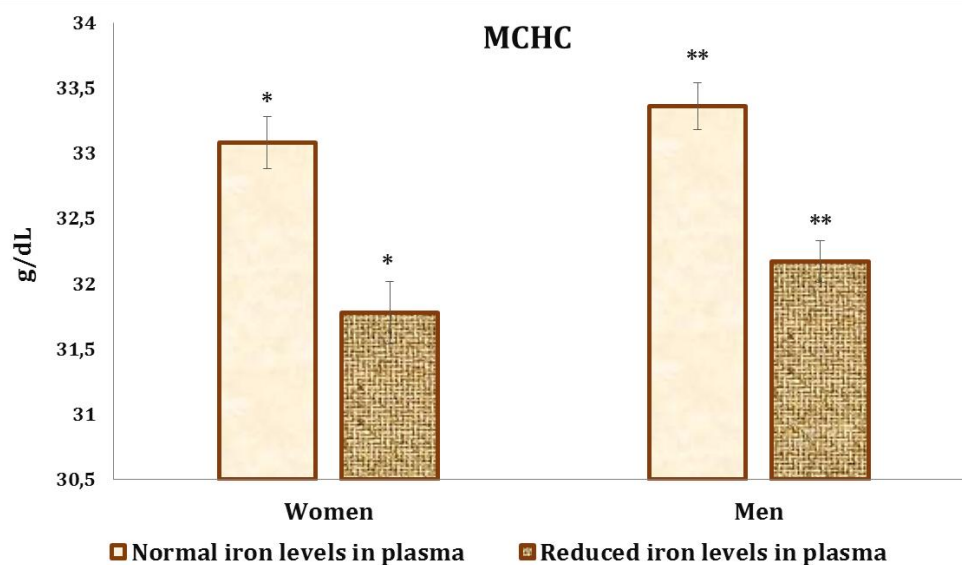


Fig. 7. The mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) in the groups of women and men with normal and reduced iron levels.

- \* – statistically significant changes between the means in the groups of women with normal and reduced iron levels;
- \*\* – statistically significant changes between the mean in the groups of men with normal and reduced iron levels

As shown by the results of studies conducted in groups of women and men with normal and reduced iron levels, the highest MCHC value was recorded in men with normal iron levels ( $33.36 \pm 0.24$  g/dl), a slightly lower value was recorded in women with normal iron levels ( $33.08 \pm 0.20$  g/dl). Men with reduced

iron levels had a mean corpuscular hemoglobin concentration of ( $32.17 \pm 0.16$  g/dl), and the lowest value was recorded in women with reduced iron levels ( $31.78 \pm 0.18$  g/dl). Analyzing the MCHC values in the groups of women with normal iron levels and women with reduced iron levels, it was noticed that



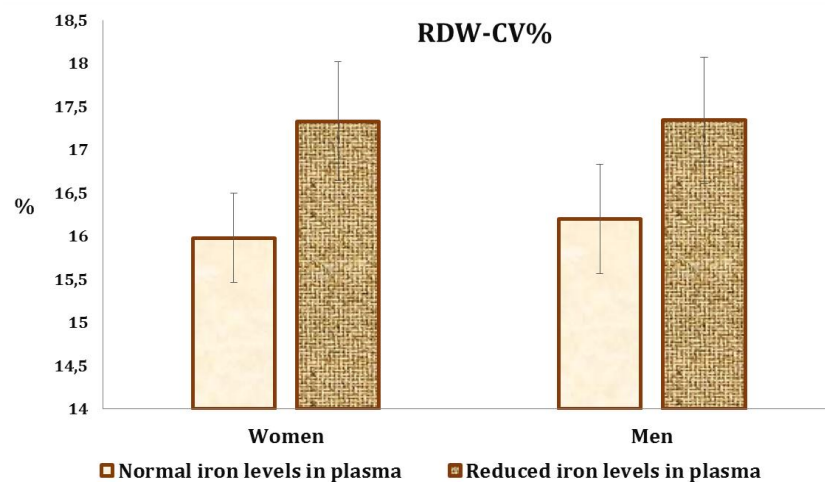
women with normal iron achieved a 4 % ( $p < 0.05$ ) higher MCHC value. Similarly, in the group of men, a higher MCHC value was recorded in the group of men with normal iron levels compared to men with reduced iron levels, and these changes were statistically significant (by 3 %  $p < 0.05$ ). Comparing the groups with normal iron levels, there was a similar level of MCHC values in the groups of women and men. The MCHC values recorded in the groups of women and men with reduced iron levels were higher in the group of men by 1 % ( $p > 0.05$ ) compared to the group of women with reduced iron levels (Fig. 7). The MCHC reference values in an adult should be between 31 and 38 g/dL. The mean corpuscular hemoglobin concentration in the groups of women and men with normal and reduced iron levels was in reference levels in each group.

The red cell distribution width (RDW) test measures variation in red blood cell size or red blood cell volume as a part of a complete blood count (CBC). It is used along with other erythrocyte indices, especially mean corpuscular volume (MCV), to help determine the causes of anemia. RDW is an indicator expressed as a percentage. It is a coefficient of variability of the volume distribution of erythrocytes present in the blood. RDW is elevated in accordance with variation in red cell size (anisocytosis); that is, when elevated RDW is reported on complete blood count, marked anisocytosis (increased variation in red cell

size) is expected on peripheral blood smear review. Increased RDW values are observed in anemias with a change in the size of erythrocytes, mainly in microcytic anemia caused by iron deficiency and macrocytic anemia associated with vitamin B<sub>12</sub> deficiency. An elevated RDW may also indicate poikilocytosis, i.e. the presence of deformed blood cells (sickle-shaped, disc-shaped, spherocytes, acanthocytes, etc.) (Salvagno et al., 2015).

Over the past few decades, RDW with mean corpuscular volume (MCV) has been used to identify quite a few hematological system diseases including iron-deficiency anemia and bone marrow dysfunction. In recent years, many clinical studies have proved that the alterations of RDW levels may be associated with the incidence and prognosis of many cardiovascular and cerebrovascular diseases (CVDs). Therefore, early detection and intervention in time for these vascular diseases are critical for delaying their progression. RDW as a new predictive marker and an independent risk factor plays a significant role in assessing the severity and progression of CVDs. However, the mechanisms of the association between RDW and the prognosis of CVDs remain unclear (Li et al., 2017).

Figure 8 presents the red cell distribution width (RDW) in groups of women and men with normal and reduced iron levels.



**Fig. 8. The red cell distribution width (RDW) in groups of women and men with normal and reduced iron levels**

As our results showed, the highest percentage of RDW was found in the group of men with reduced iron levels ( $17.34 \pm 0.73 \%$ ) and the group of women with reduced iron levels ( $17.33 \pm 0.63 \%$ ). Slightly lower values were noted in the group of men with normal iron levels ( $16.20 \pm 0.69 \%$ ) and in the group of women with normal iron levels ( $15.98 \pm 0.52 \%$ ). When analyzing the RDW values in the groups of women with normal iron levels and women with reduced iron levels, we noted a higher percentage of RDW in the group of women with reduced iron levels (by 8 %,  $p > 0.05$ ). Similarly, in the group of men, men with reduced iron levels have a higher red cell distribution width than men with normal iron levels (by 7 %,  $p > 0.05$ ). Analyzing the situation between the groups of women and men with normal iron levels, a higher RDW value can be observed in the group of men (by 1 %,  $p > 0.05$ ), while in the groups of women and men with reduced iron levels, the obtained values were almost identical (the difference in the results was higher in men by 0.05 %,  $p > 0.05$ ) (Fig. 8). The reference range for RDW is 11.5-14.5 % in adults. As the results of our research show, in each group, RDW values were higher than the reference values.

Low MCV, MCH, and MCHC reflect advanced iron-limited erythropoiesis in the bone marrow, and the pattern of microcytic and hypochromic anemia is typical of the laboratory findings of iron deficient anemia (IDA) (Camaschella and Pagani, 2011). An increase in RDW is another indicator of IDA, but this parameter is also elevated in megaloblastic anemia (Briggs, 2009; Tkaczyszyn et al., 2018). In the study of Tkaczyszyn and co-workers (2018), including a large international cohort of patients with heart failure, these researchers have shown that although hemoglobin concentration and certain erythrocyte indices (MCV, MCH, MCHC, CHR, and RDW) are closely correlated with various iron parameters (presence of iron deficiency, serum iron, serum ferritin, and transferrin saturation) independently of other clinical and laboratory variables (including the etiology and severity of heart failure and important comorbidities), iron deficiency is also common comorbidity in patients without any hematological abnormalities. It should be emphasized that even in non-anemic [as defined by the World Health Organization (WHO)] patients with MCV, MCH, and MCHC above the lower limit of normal, the

prevalence of iron deficiency reached 36 % (Tkaczyszyn et al., 2018).

Erythrocyte mean cell volume (MCV) is used clinically to classify anemia, and normal values may be used to exclude iron deficiency. Åsberg and co-workers (2014) have studied the diagnostic accuracy of mean cell volume (MCV) and the related measures of mean cell hemoglobin (MCH) and mean cell hemoglobin concentration (MCHC) in diagnosing empty iron stores in children and young adults. The diagnostic accuracy of MCV, MCH, and MCHC was studied by ROC curve analysis in 6443 ambulant patients aged 0.5-25 years, of which 476 were anemic. In all patients, blood hemoglobin, MCV, MCH, and serum ferritin were measured in specimens sampled at the same time. MCHC was calculated as MCH divided by MCV. The gold standard of empty iron stores was s-ferritin  $<10$ ,  $15$ , or  $20 \mu\text{g/L}$ . The cutoff limit of MCV giving 90 % sensitivity in diagnosing serum ferritin  $<15 \mu\text{g/L}$  was constructed using quantile regression. Generally, MCH was slightly more accurate than MCV and MCHC. In the whole study population, the area under the ROC curve was 0.68-0.93 for MCV, 0.73-0.96 for MCH, 0.68-0.87 for MCHC; and 0.70-0.86, 0.71-0.89, and 0.68-0.88, respectively, in the anemic subpopulation. At the cutoff limits of MCV giving a sensitivity of 90 % at all ages in anemic patients, the specificity was about 50 %. Mean cell hemoglobin, MCH, and MCHC are only moderately accurate in diagnosing empty iron stores in children and young adults, and normal values of these tests do not exclude empty iron stores in anemic patients (Åsberg et al., 2014).

The sensitivity and nonspecificity of parameters for the detection of iron deficiency: mean corpuscular volume (MCV); mean corpuscular hemoglobin (MCH); serum iron (SI); total iron binding capacity (TIBC); transferrin saturation (TS); free erythrocyte protoporphyrin (Epp) and serum ferritin (SF) were studied by Piedras and co-workers (1981) in 78 children from 0.2-3.9 years old and in 165 mothers. MCH seems to be a sensible and specific screening test for detecting possible cases of iron deficiency. The best tests to establish the deficiency appear to be transferrin saturation of free erythrocyte protoporphyrin tests in children, and transferrin saturation plus serum ferritin in mothers (Piedras et al., 1981). Abnormal values of MCH + MCV or MCV alone established a high probability of identifying

infants with normal iron stores. Simultaneous alteration of MCH and MCV had similar specificity and predictive positive values in the study of iron storage in infants (Baptista-González et al., 1993). Zhan and co-workers (2020) have explored the predictive values of routine blood test results for iron deficiency (ID) screening in children. These researchers demonstrated that MCV, RDW, and MCHC can be used to screen ID in primary healthcare settings.

The diagnostic usefulness in iron deficiency anemia of serum ferritin, red cell protoporphyrin (Epp), mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin (MCH), and transferrin saturation measurements has been studied by Hershko and co-workers (1981) in a population of 294 children aged 1 to 6 years. The Pearson correlation coefficient for hemoglobin was highest with MCH, followed in decreasing order of magnitude by MCV, Epp, transferrin saturation, and finally by ferritin. Sensitivity and specificity were highest for MCH and lowest for ferritin. Of anemic, iron deficient individuals 97 to 100 % could be identified by low MCH, 88 to 100 % by transferrin saturation, 66 to 83 % by ferritin, and 61 to 74 % by Epp. In contrast, only 0 to 6 % of normal, nonanemic individuals had low MCH, 0 to 4 % had high Epp, but 21 to 39 % had low transferrin saturation and 25 to 39 % had low ferritin. Although reduced serum ferritin in anemic individuals is good evidence of iron deficiency, a significant proportion of anemic iron-deficient patients is missed by this procedure rendering it less useful than other, less expensive laboratory methods (Hershko et al., 1981).

Kai and co-workers (2021) compared the diagnostic values of red blood cell distribution width-coefficient of variation (RDW-CV) and red blood cell distribution width-standard deviation (RDW-SD) in mid-pregnancy women with iron deficiency anemia (IDA). To obtain the results, 115 mid-pregnancy women with IDA, defined as the IDA group, and 142 healthy mid-pregnancy women, selected as the control group, were enrolled in this study. Hematological parameters and ferritin concentrations in the serum were analyzed. The efficiency of RDW-CV and RDW-SD to distinguish IDA from mid-pregnancy women was evaluated using receiver operating characteristic (ROC) curves. The RDW-SD value in the IDA group was significantly higher than that in the control group ( $p < 0.05$ ), while the RDW-CV value did

not differ between them ( $p = 0.84$ ). Significantly negative correlations were found between RDW-CV ( $r = -0.297$ ,  $p = 0.001$ ), RDW-SD ( $r = -0.404$ ,  $p = 0.000$ ), and serum ferritin in the IDA group but not in the control group. For the diagnosis of IDA, RDW-CV and RDW-SD produced areas under the ROC curves of 0.58 and 0.84. To conclude, our results suggest that RDW-SD, but not RDW-CV, can be used as a diagnostic index of IDA for mid-pregnancy women (Kai et al., 2021).

In the diagnosis of mild and moderate iron deficiency anemia, RDW had a higher sensitivity than peripheral smear (PS). Red cell morphology, Hb, PCV, and RDW showed significant improvement after iron therapy. In the study of Viswanath and co-workers (2001), children in the age group of six months to five years with microcytic (MCV  $< 80$ fl) anemia (Hemoglobin  $< 11$  g%) were evaluated. Those who had received a blood transfusion and /or were already on iron therapy were excluded. The evaluation included clinical examination, complete blood count (CBC), RDW estimation microscopic examination of peripheral smear, measurement of serum iron, and transferrin saturation. Children with IDA were treated with oral iron for 8 weeks and PS, CBC including RDW were repeated. Of the 100 children evaluated, 89 had IDA. 48 % had mild, 42 % had moderate and 10 % had severe anemia. Transferrin saturation correlated with the severity of anemia. Peripheral smear showed microcytosis and hypochromia in all cases with severe anemia, 61.5 % and 22.5 % of those with moderate and mild anemia respectively. RDW was suggestive of iron deficiency in 100 %, 82.05 %, and 100 % of patients with mild, moderate, and severe anemia respectively (Viswanath et al., 2001).

Red cell volume distribution width (RDW-CV) was examined in the study of Uchida (1989) as a means of diagnosing iron deficiency. Iron deficiency was classified as iron deficiency anemia, prelatent or latent iron deficiency in 1648 students. MCV and RDW-CV (mean  $\pm$  ISD) in each group were (89  $\pm$  4) fl, 12.7  $\pm$  0.7 % in normal individuals, (89  $\pm$  4) fl, (13.2  $\pm$  0.8) % in prelatent deficiency, (86  $\pm$  6) fl, (14.0  $\pm$  1.5) % in latent deficiency, and (79  $\pm$  7) fl, (15.6  $\pm$  1.7) % in iron deficiency anemia, respectively. Although microcytosis was evident only in iron deficiency anaemia, RDW-CV showed larger values concomitant with the development of

iron deficiency. The sensitivity of RDW-CV for the diagnosis of iron deficiency anemia was 77.1 %, and for iron deficiency anemia and latent deficiency 49.2 %, the specificity is 90.6 %. In countries with a high prevalence of iron deficiency and low thalassaemia, iron deficiency should be screened by RDW-CV determination without serum iron or ferritin measurements (Uchida, 1989).

RDW has limited specificity for the diagnosis of IDA among children with microcytic hypochromic anemia. Aulakh and co-workers (2009) studied the utility of red cell distribution width (RDW) in the diagnosis of iron deficiency among children with microcytic hypochromic anemia. 151 children (6 months – 12 years) with microcytic (MCV < 75 fl) anemia were classified into iron deficient (IDA) and non-iron deficient anemia (non-IDA) on the basis of serum ferritin and total iron binding capacity (TIBC). RDW values were obtained on an automated hematology analyzer. Receiver operator curves (ROC) were constructed and the utility of RDW in the diagnosis of iron deficiency was studied. The mean RDW value was  $(18.37 \pm 2.22)$  % in IDA group (97 children) compared to  $(16.55 \pm 1.51)$  % in the non-IDA group (54 children) ( $p < 0.0001$ , unpaired t test). In IDA group, the mean RDW value was  $(16.60 \pm 1.78)$  %,  $(17.95 \pm 1.91)$  % and  $(20.55 \pm 1.32)$  % among mild, moderate and severely anemic children ( $p < 0.0001$ , ANOVA test). The corresponding values in non-IDA group were  $(16.03 \pm 1.25)$  %,  $(16.76 \pm 1.20)$  % and  $(16.77 \pm 2.68)$  % respectively ( $p = 0.269$ , ANOVA test). At a cut-off value of 17.4 %, as obtained from the ROC curve, the sensitivity and specificity of RDW in the diagnosis of IDA were 81.0 % and 53.4 %, and a positive and negative predictive value of 63.0 % and 72.2 % respectively (Aulakh et al., 2009).

Red cell distribution width (RDW) is an automated laboratory determination of red cell anisocytosis. Buch and co-workers (2011) analyzed the role of RDW in differentiating iron deficiency anemia (IDA) from thalassaemia traits. There were 500 patients who were screened for the study. The selection criteria of microcytic anemia were Hb < 13 g/dl in males, Hb < 12 g/dl in females with mean corpuscular volume (MCV) < 80 fl. These cases were subjected to complete iron profile and hemoglobin chromatography for a definite diagnosis. The values of RDW were analyzed in

all these cases to see the utility of RDW in classifying microcytic anemia; especially differentiating iron deficiency anemia from thalassaemia minor cases. There were 133 out of 500 cases of anemia; 105/133 cases had microcytic anemia, of which 53 had iron deficiency anemia, 39 were thalassaemia traits, 6 were thalassaemia major, and 7 had other hemoglobinopathies. Thirty-six cases (67.92 %) out of 53 iron deficiency anemia had increased RDW, 32.08 % ( $n = 17$ ) had normal RDW; 71.79 % ( $n = 28$ ) of thalassaemia trait had increased RDW, 28.21 % ( $n = 11$ ) had normal RDW. Evaluation of RDW as a screening test to detect microcytic anemia had a sensitivity of 71.42 % and specificity of 40 %, Evaluation of RDW as a screening test for IDA had a sensitivity of 67.9 % and specificity of 25 %. It was found uniform increase in RDW in all cases of microcytosis. It is concluded that RDW adds useful but limited information in classifying microcytic anaemia (Buch et al., 2011).

Early detection of iron deficiency (ID) and iron deficiency anemia (IDA) in young children is important to prevent impaired neuro-development. Unfortunately, many biomarkers of ID are influenced by infection, thus limiting their usefulness. Akkermans and co-workers (2015) investigated the value of red blood cell distribution width (RDW) and the platelet count for detecting IDA among otherwise healthy children. A multicenter prospective observational study was conducted in the Netherlands to investigate the prevalence of IDA in 400 healthy children aged 0.5-3 years. ID was defined as serum ferritin (SF) <12  $\mu$ g/L in the absence of infection (C-reactive protein [CRP] <5 mg/L) and IDA as hemoglobin <110 g/L combined with ID. RDW (%) and the platelet count were determined in the complete blood cell count. RDW was inversely correlated with SF and not associated with CRP. Calculated cutoff values for RDW to detect ID and IDA gave a relatively low sensitivity (53.1 % and 57.1 %, respectively) and specificity (64.7 % and 69.9 %, respectively). Anemic children with an RDW >14.3% had a 2.7 higher odds (95 % confidence interval [CI]: 1.2-6.3) to be iron deficient, compared with anemic children with an RDW <14.3 %. The platelet count showed a large range in both ID and non-ID children. In conclusion, RDW can be helpful for identifying ID as the cause of anemia in 0.5- to 3-year-old children, but not as a primary biomarker of ID(A). RDW values are

not influenced by the presence of infection. There appears to be no role in the platelet count in diagnosing ID(A) in this group of children (Akkermans et al., 2015).

### Conclusions

Erythrocyte indices analyzed in the blood of women with reduced iron levels compared to women with normal iron levels constituting the control group showed reduced values of hemoglobin, hematocrit, MCV, MCH, and MCHC. Increased values of RDW and the count of erythrocytes in the blood of women with reduced iron levels compared to the control group of women were noted. Similarly, when comparing the values of erythrocyte indices obtained in the group of men with reduced iron levels to the control group of men with normal iron levels, reduced values of MCH, MCV, and

MCHC were demonstrated. However, the values of the count of erythrocytes, RDW, hematocrit, and hemoglobin levels were elevated compared to the control group.

The reverse trend in erythrocyte indices such as hemoglobin and hematocrit indices between the group of women and the group of men with reduced iron levels was observed. Comparing the obtained values with the reference values, it was noted that the reduced values of the count of erythrocytes, and the level of hemoglobin and hematocrit were obtained in all study groups. An increased MCV value compared to the reference values was noted in the group of women and men with normal iron levels. Men with normal iron levels had elevated MCH values. In all studied groups, an increased level of RDW was noted compared to reference values.

### References

- Akkermans, M.D., Uijterschout, L., Vloemans, J., Teunisse, P.P., Hudig, F., Bubbers, S., Verbruggen, S., Veldhorst, M., de Leeuw, T.G., van Goudoever, J.B., & Brus, F. (2015). Red Blood Cell Distribution Width and the Platelet Count in Iron-deficient Children Aged 0.5-3 Years. *Pediatric hematology and oncology*, 32(8), 624–632. <https://doi.org/10.3109/08880018.2015.1085935>
- Andrews N.C. (1999). Disorders of iron metabolism. *The New England journal of medicine*, 341(26), 1986–1995. <https://doi.org/10.1056/NEJM199912233412607>
- Andrews N.C. (2004). Anemia of inflammation: the cytokine-hepcidin link. *The Journal of clinical investigation*, 113(9), 1251–1253. <https://doi.org/10.1172/JCI21441>
- Andrews N.C. (2008). Forging a field: the golden age of iron biology. *Blood*, 112(2), 219–230. <https://doi.org/10.1182/blood-2007-12-077388>
- Åsberg, A. E., Mikkelsen, G., Aune, M. W., & Åsberg, A. (2014). Empty iron stores in children and young adults--the diagnostic accuracy of MCV, MCH, and MCHC. *International journal of laboratory hematology*, 36(1), 98–104. <https://doi.org/10.1111/ijlh.12132>
- Aulakh, R., Sohi, I., Singh, T., & Kakkar, N. (2009). Red cell distribution width (RDW) in the diagnosis of iron deficiency with microcytic hypochromic anemia. *Indian journal of pediatrics*, 76(3), 265–268. <https://doi.org/10.1007/s12098-009-0014-4>
- Baptista-González, H. A., Peñuela-Olaya, M. A., Negrete-Valenzuela, F., & Ramírez-Vela, J. (1993). Utilidad de los índices eritrocitarios en el estudio de la reserva de hierro del lactante menor [Usefulness of erythrocyte indices in the study of iron storage in infants]. *Boletín medico del Hospital Infantil de Mexico*, 50(9), 639–644
- Bermejo, F., & García-López, S. (2009). A guide to diagnosis of iron deficiency and iron deficiency anemia in digestive diseases. *World journal of gastroenterology*, 15(37), 4638–4643. <https://doi.org/10.3748/wjg.15.4638>

- Beutler E. (1959). The red cell indices in the diagnosis of iron-deficiency anemia. *Annals of internal medicine*, 50(2), 313–322. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-50-2-313>
- Briggs C. (2009). Quality counts: new parameters in blood cell counting. *International journal of laboratory hematology*, 31(3), 277–297. <https://doi.org/10.1111/j.1751-553x.2009.01160.x>
- Buch, A. C., Karve, P. P., Panicker, N. K., Singru, S. A., & Gupta, S. C. (2011). Role of red cell distribution width in classifying microcytic hypochromic anaemia. *Journal of the Indian Medical Association*, 109(5), 297–299
- Camaschella, C., & Pagani, A. (2011). Iron and erythropoiesis: a dual relationship. *International journal of hematology*, 93(1), 21–26. <https://doi.org/10.1007/s12185-010-0743-1>
- Cascio, M. J., & DeLoughery, T. G. (2017). Anemia: Evaluation and Diagnostic Tests. *The Medical clinics of North America*, 101(2), 263–284. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2016.09.003>
- Chifman, J., Laubenbacher, R., & Torti, S. V. (2014). A systems biology approach to iron metabolism. *Advances in experimental medicine and biology*, 844, 201–225. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2095-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2095-2_10)
- Ganz T. (2011). Hepcidin and iron regulation, 10 years later. *Blood*, 117(17), 4425–4433. <https://doi.org/10.1182/blood-2011-01-258467>
- Hentze, M. W., Muckenthaler, M. U., Galy, B., & Camaschella, C. (2010). Two to tango: regulation of Mammalian iron metabolism. *Cell*, 142(1), 24–38. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.06.028>
- Hershko, C., Bar-Or, D., Gaziel, Y., Naparstek, E., Konijn, A. M., Grossowicz, N., Kaufman, N., & Izak, G. (1981). Diagnosis of iron deficiency anemia in a rural population of children. Relative usefulness of serum ferritin, red cell protoporphyrin, red cell indices, and transferrin saturation determinations. *The American journal of clinical nutrition*, 34(8), 1600–1610. <https://doi.org/10.1093/ajcn/34.8.1600>
- Johnson-Wimbley, T. D., & Graham, D. Y. (2011). Diagnosis and management of iron deficiency anemia in the 21st century. *Therapeutic advances in gastroenterology*, 4(3), 177–184. <https://doi.org/10.1177/1756283X11398736>
- Kai, Y., Ying, P., Bo, Y., Furong, Y., Jin, C., Juanjuan, F., Pingping, T., & Fasu, Z. (2021). Red blood cell distribution width-standard deviation but not red blood cell distribution width-coefficient of variation as a potential index for the diagnosis of iron-deficiency anemia in mid-pregnancy women. *Open life sciences*, 16(1), 1213–1218. <https://doi.org/10.1515/biol-2021-0120>
- Koury, M. J., & Ponka, P. (2004). New insights into erythropoiesis: the roles of folate, vitamin B12, and iron. *Annual review of nutrition*, 24, 105–131. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.24.012003.132306>
- Li, N., Zhou, H., & Tang, Q. (2017). Red Blood Cell Distribution Width: A Novel Predictive Indicator for Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases. *Disease markers*, 2017, 7089493. <https://doi.org/10.1155/2017/7089493>
- Means R. T. (2020). Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia: Implications and Impact in Pregnancy, Fetal Development, and Early Childhood Parameters. *Nutrients*, 12(2), 447. <https://doi.org/10.3390/nu12020447>
- Nemeth, E., Rivera, S., Gabayan, V., Keller, C., Taudorf, S., Pedersen, B. K., & Ganz, T. (2004). IL-6 mediates hypoferrremia of inflammation by inducing the synthesis of the iron regulatory hormone hepcidin. *The Journal of clinical investigation*, 113(9), 1271–1276. <https://doi.org/10.1172/JCI20945>

- Nemeth, E., Valore, E. V., Territo, M., Schiller, G., Lichtenstein, A., & Ganz, T. (2003). Hepcidin, a putative mediator of anemia of inflammation, is a type II acute-phase protein. *Blood*, 101(7), 2461–2463. <https://doi.org/10.1182/blood-2002-10-3235>
- Ning, S., & Zeller, M. P. (2019). Management of iron deficiency. *Hematology. American Society of Hematology. Education Program*, 2019(1), 315–322. <https://doi.org/10.1182/hematology.2019000034>
- Pagani, A., Nai, A., Silvestri, L., & Camaschella, C. (2019). Hepcidin and Anemia: A Tight Relationship. *Frontiers in physiology*, 10, 1294. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01294>
- Pasricha, S. R., Tye-Din, J., Muckenthaler, M. U., & Swinkels, D. W. (2021). Iron deficiency. *Lancet (London, England)*, 397(10270), 233–248. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32594-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32594-0)
- Percy, L., Mansour, D., & Fraser, I. (2017). Iron deficiency and iron deficiency anaemia in women. Best practice & research. *Clinical obstetrics & gynaecology*, 40, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2016.09.007>
- Piedras, J., Soledad Córdova, M., & Alvarez-Hernández, X. (1981). Utilidad de algunos parámetros hematológicos en el diagnóstico de anemia por deficiencia de hierro en niños y mujeres [Usefulness of certain hematologic parameters in the diagnosis of iron deficiency anemia in children and women]. *Boletín medico del Hospital Infantil de Mexico*, 38(6), 911–922
- Salvagno, G. L., Sanchis-Gomar, F., Picanza, A., & Lippi, G. (2015). Red blood cell distribution width: A simple parameter with multiple clinical applications. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, 52(2), 86–105. <https://doi.org/10.3109/10408363.2014.992064>
- Tkaczyszyn, M., Comín-Colet, J., Voors, A. A., van Veldhuisen, D. J., Enjuanes, C., Moliner-Borja, P., Rozentryt, P., Poloński, L., Banasiak, W., Ponikowski, P., van der Meer, P., & Jankowska, E. A. (2018). Iron deficiency and red cell indices in patients with heart failure. *European journal of heart failure*, 20(1), 114–122. <https://doi.org/10.1002/ejhf.820>
- Uchida T. (1989). Change in red blood cell distribution width with iron deficiency. *Clinical and laboratory haematology*, 11(2), 117–121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2257.1989.tb00193.x>
- Viswanath, D., Hegde, R., Murthy, V., Nagashree, S., & Shah, R. (2001). Red cell distribution width in the diagnosis of iron deficiency anemia. *Indian journal of pediatrics*, 68(12), 1117–1119. <https://doi.org/10.1007/BF02722922>
- Yamaguchi, S., Hamano, T., Oka, T., Doi, Y., Kajimoto, S., Shimada, K., Matsumoto, A., Sakaguchi, Y., Matsui, I., Suzuki, A., & Isaka, Y. (2022). Mean corpuscular hemoglobin concentration: an anemia parameter predicting cardiovascular disease in incident dialysis patients. *Journal of nephrology*, 35(2), 535–544. <https://doi.org/10.1007/s40620-021-01107-w>
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistic Analysis*. 4<sup>th</sup> ed., New Jersey, USA: Prentice Hall Inc.
- Zhan, J. Y., Zheng, S. S., Dong, W. W., & Shao, J. (2020). [Predictive values of routine blood test results for iron deficiency in children]. *Zhonghua er ke za zhi = Chinese journal of pediatrics*, 58(3), 201–205. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2020.03.008>

## Ви можете цитувати цю статтю так:

Tkaczenko H., Osmólska U., Kurhaluk N. Red cell indices in men and women with normal and low plasma iron levels. *Biota, Human, Technology*. 2023. №3. С. 95-112

## Cite this article in APA style as:

Tkaczenko, H., Osmólska, U., & Kurhaluk, N. (2023). Red cell indices in men and women with normal and low plasma iron levels. *Biota, Human, Technology*, 3, 95–112

## Information about the authors:

**Tkaczenko H.** [*in Ukrainian: Ткаченко Г.*] <sup>1</sup>, Dr. of Biol. Sc., Prof., email: halina.tkaczenko@upsl.edu.pl  
ORCID: 0000-0003-3951-9005 Scopus-Author ID: 16032082200  
Department Zoology, Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk  
22B Arciszewskiego Street, Słupsk, 76-200, Poland

**Osmólska U.** [*in Ukrainian: Осмульська У.*] <sup>2</sup>, Ph.D., Assoc. Prof., email: urszula.osmolska@upsl.edu.pl  
ORCID: 0000-0003-4661-0085  
Department of Nursing, Division of Nursing and Emergency Medical Services, Institute of Health Sciences,  
Pomeranian University in Słupsk  
22B Arciszewskiego Street, Słupsk, 76-200, Poland  
Non-public Health Care Center U & O Zdrowie – Home-based long-term care, Lębork

**Kurhaluk N.** [*in Ukrainian: Кургальюк Н.*] <sup>3</sup>, Dr. of Biol. Sc., Prof., email: natalia.kurhaluk@upsl.edu.pl  
ORCID: 0000-0002-4669-1092 Scopus-Author ID: 55520986600  
Department of of Animal Physiology, Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk  
22B Arciszewskiego Street, Słupsk, 76-200, Poland

<sup>1</sup> Study design, data collection, statistical analysis, manuscript preparation, funds collection.

<sup>2</sup> Data collection.

<sup>3</sup> Study design, statistical analysis, manuscript preparation.



UDC 612.7:178.7:616.127-005.8:616.379-008.64]:575.113.1

*Natalia Kurhaluk, Krzysztof Tota, Małgorzata Dubik-Tota, Halina Tkaczenko***WPŁYW AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ, PALENIA TYTONIU, ZAWAŁU I CUKRZYCY W RODZINIE NA POZIOM MARKERÓW PEROKSYDACJI LIPIDÓW WE KRWI KOBIET I MĘŻCZYŹN Z ZAWAŁAMI SERCA I CUKRZYCĄ TYPU 2***Natalia Kurhaluk, Krzysztof Tota, Małgorzata Dubik-Tota, Halina Tkaczenko***THE INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY, SMOKING, MYOCARDIAL INFARCTION AND DIABETES IN FAMILY HISTORY ON THE LEVEL OF LIPID PEROXIDATION MARKERS IN THE BLOOD OF WOMEN AND MEN WITH MYOCARDIAL INFARCTION AND TYPE 2 DIABETES**

DOI: 10.58407/bht.3.23.8

**STRESZCZENIE**

Stres oksydacyjny towarzyszy wielu chorobom przewlekłym, zwłaszcza cukrzycy i chorobom serca. Dotychczas wiele badań skupiało się i oceniało różne powiązania stresu oksydacyjnego z cukrzycą, jak i z zawałem serca osobno, ale niewiele jest badań dotyczących obu chorób jednocześnie. Jaki jest wpływ stylu życia na stres oksydacyjny u osób z zawałami serca związanego z cukrzycą jest również ciągle niejasny.

**Cel badań:** Zwracając uwagę na aktualność podjętego problemu, celem naszych badań była ocena związku pomiędzy poziomem markerów stresu oksydacyjnego u osób z wielokrotnym zawałem serca i cukrzycą typu 2 w zależności od aktywności fizycznej, palenia papierosów oraz występowania zawału serca i cukrzycy w rodzinie.

**Metodologia.** Kryteriami włączenia do badania były osoby z cukrzycą typu 2, trwającą, co najmniej 10 lat, osoby z cukrzycą typu 2, które przeszły co najmniej dwa zawały serca oraz osoby zdrowe, które stanowiły grupę kontrolną, różnej płci, w wieku 35-71 lat.

**Nowatorstwo naukowe.** Oceniając zmiany poziomu markerów stresu oksydacyjnego tj. peroksydacji lipidów (TBARS) we krwi osób różnej płci i wieku, z zawałami serca, cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą w zależności od stylu życia, zaobserwowaliśmy znaczny wzrost poziomu TBARS produktów zarówno u osób z cukrzycą, jak i zawałami serca oraz cukrzycą i zawałami serca. Z naszych badań wynika, że wzrost poziomu produktów peroksydacji lipidów wzrasta bez względu na poziom aktywności fizycznej zarówno u osób z zawałami serca, jak i cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą.

**Wnioski.** Poziom produktów peroksydacji lipidów wzrasta zarówno u osób z zawałami serca, jak i cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą bez względu na to czy osoba pali papierosy czy też nie. Obecność zawału serca w rodzinie może być czynnikiem, który wpływa na poziom peroksydacji lipidów u osób z cukrzycą oraz u osób z zawałami serca i cukrzycą. Obecność cukrzycy w rodzinie może być dodatkowym czynnikiem w generowaniu stresu oksydacyjnego w cukrzycy.

**Słowa kluczowe:** zawał mięśnia sercowego, cukrzyca typu 2, peroksydacja lipidów, substancje reagujące z kwasem 2-tiobarbiturowym (TBARS), kobiety, mężczyźni, aktywność fizyczna, palenie papierosów

**ABSTRACT**

Oxidative stress is associated with many chronic diseases, especially diabetes and heart disease. So far, many studies have focused on evaluating the various relations between oxidative stress and diabetes and cardiovascular diseases separately, but few studies are looking at both diseases simultaneously. The impact of lifestyle on oxidative stress in individuals with diabetes-related cardiovascular diseases is also still unclear.

**Purpose:** Paying attention to the actuality of the issue, the objective of our study was to assess the relationship between the levels of oxidative stress markers in individuals with multiple myocardial infarctions and type 2 diabetes, depending on physical activity, smoking, and the presence of myocardial infarctions and diabetes in the family anamnesis.

**Methodology.** The criteria for inclusion in the study were individuals with type 2 diabetes with a duration of at least 10 years, individuals with type 2 diabetes who had at least two myocardial infarcts, and healthy individuals (the control group of different genders), aged 35-71 years old. In the collected venous blood, the level of lipid peroxidation (concentration of 2-thiobarbituric acid reacting substances) was assessed.

**Scientific novelty.** Assessing changes in the levels of oxidative stress markers, i.e. lipid peroxidation (TBARS), in the blood of individuals of different gender and ages with myocardial infarcts, type 2 diabetes, as well as type 2 diabetes and myocardial infarcts and depending on lifestyle, we observed a significant increase in the TBARS levels in both individuals with type 2 diabetes, myocardial infarcts, as well as type 2 diabetes and myocardial infarcts. Our research showed that the level of lipid peroxidation increased regardless of the level of physical activity, both in individuals with myocardial infarcts, type 2 diabetes, as well as myocardial infarcts and type 2 diabetes.

**Conclusions.** The level of lipid peroxidation was increased in individuals with myocardial infarcts, type 2 diabetes, and myocardial infarcts and type 2 diabetes, regardless of whether the individuals smoked cigarettes or not. The presence of myocardial infarcts in the family may be a factor that affects the level of lipid peroxidation in individuals with diabetes and individuals with both myocardial infarcts and type 2 diabetes. The presence of diabetes in the family may be an additional factor in generating oxidative stress in type 2 diabetes.

**Key words:** myocardial infarction, type 2 diabetes, lipid peroxidation, 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), females, males, physical activity, smoking

## Wprowadzenie

Pomimo ogromnych postępów w leczeniu cukrzycy, osoby z cukrzycą typu 2 nadal obciążeni są wysokim ryzykiem wystąpienia choroby niedokrwiennej i zawału serca. Co więcej, coraz większy odsetek pacjentów rozwija cukrzycę typu 2 w młodym wieku, co zwiększa ryzyko wystąpienia powikłań sercowo-naczyniowych w wyniku długiej ekspozycji na hiperglikemię (Ma, 2016). Wynika to zarówno z niekorzystnego wpływu samej hiperglikemii, jak i leżącej u jej podłoża insulinooporności oraz towarzyszącej na początkowych etapach choroby kompensacyjnej roli hiperinsulinemii (Giacco and Brownlee, 2010; Fiorentino et al., 2013; Li et al., 2017). Dowiedziono również, że zawał serca bardzo często prowadzi do niewydolności tego organu lub/i nawrotu zawału (Johansson et al., 2015).

Przewlekła hiperglikemia zwiększa produkcję produktów zaawansowanej glikacji, która indukuje stres oksydacyjny, aktywuje szlak sygnałowy kinazy białkowej C i diacyloglicerolu (Giacco and Brownlee, 2010; Obońska et al., 2011; Li et al., 2017), które z kolei przyczyniają się do dysfunkcji śródbłonna naczyń i chorób sercowo-naczyniowych (Santilli et al., 2015). Zwiększona akumulacja zaawansowanych produktów glikacji odzwierciedla także wtórne działanie wiązań krzyżowych kolagenu mięśnia sercowego, prowadzące do sztywności mięśnia sercowego, upośledzenia relaksacji serca oraz przebudowy mięśnia sercowego (zwłóknienia) (Kurian et al., 2016).

Dodatkowo stwierdzono, że osoby z hiperglikemią wykazują zwiększone uszkodzenie tkanek w wyniku miażdżycy tętnic oraz w stanach niedotlenienia i niedokrwienia (Yan et al., 2010). Niedokrwienie mięśnia sercowego i zmniejszenie dopływu krwi do serca prowadzi do reperfuzji w mięśniu sercowym, gdzie interakcja między tlenem cząsteczkowym i zredukowanym łańcuchem oddechowym powoduje tworzenie się dużych ilości reaktywnych form tlenu (RFT) (Bagatini et al., 2011). Wzrost RFT powoduje również dysfunkcję komórek serca poprzez bezpośrednie uszkodzenie białek, lipidów, DNA i enzymów miokardium, które biorą udział w produkcji energii, doprowadzając do nieodwracalnego uszkodzenia komórek, rozległej martwicy i obrzęku (Yin et al., 2012; Fiorentino et al., 2013; Li et al., 2017).

Kluczową rolę w patogenezie i progresji cukrzycowej choroby sercowo-naczyniowej odgrywa toczący się stan zapalny i związany z nim stres oksydacyjny, wywołany przewlekłą hiperglikemią (Knapp et al., 2019). Hiperglikemia, wskutek uszkodzenia śródbłonna zwiększa ekspresję białek zapalnych, tj. CRP oraz stężenie wolnych rodników tlenowych, głównie anionorodnika ponadtlenkowego, nadtlenku wodoru i rodnika hydroksylowego (Sena et al., 2013). Narastająca insulinooporność prowadzi do zaburzenia metabolizmu lipidów, które są istotnym czynnikiem warunkującym rozwój i progresję miażdżycy tętnic wieńcowych i zawału serca (Giacco and Brownlee, 2010). W wyniku zawału serca niedokrwiony obszar nie otrzymuje tlenu i prowadzi do obumierania komórek, czyli

martwicy. Szybkie przywrócenie obiegu krwi, czyli reperfuzja, która ratuje martwiczy obszar w pierwszym momencie, w wyniku generowania dużej ilości reaktywnych form tlenu może prowadzić do jeszcze większego uszkodzenia tkanki (Khullar et al., 2010).

W procesach, w których dochodzi do wytwarzania nadmiernych ilości wolnych rodników tlenowych na tle znacząco obniżonej wydolności systemów antyoksydacyjnych, powstaje zjawisko, nazywane stresem oksydacyjnym (Yildirim et al., 2009). Zmieniona w ten sposób równowaga oksydacyjno-redukcyjna w kierunku niekorzystnych procesów peroksydacji lipidów i białek prowadzi do uszkodzeń strukturalnych komórek i tkanek. Stres oksydacyjny jest wspólnym ogniwem wielu jednostek chorobowych, w tym cukrzycy i choroby niedokrwiennej serca. Potwierdzeniem tej teorii jest wspólny patomechanizm związany z tworzeniem się wolnych rodników występujący w tych obu jednostkach chorobowych (Braunwald, 2008; Everett et al., 2015).

Szkodliwe efekty działania reaktywnych form tlenu (RFT) w żywych organizmach poznano już dawno, ale dopiero w ostatnich latach zaczęto badać ich ważną rolę w utrzymywaniu prawidłowej homeostazy komórek. Obecnie nie ulega wątpliwości, że prawidłowe funkcjonowanie organizmów żywych wymaga obecności wolnych rodników w odpowiednim stężeniu (Frostegård, 2013). Stres oksydacyjny towarzyszy wielu chorobom przewlekłym, zwłaszcza cukrzycy i chorobom serca. Kwestia tego, czy wolne rodniki wywołują, czy tylko pogłębiają te choroby ma już mniejsze znaczenie, ponieważ całkowite usunięcie wolnych rodników z organizmu jest nie tylko niemożliwe, ale i niepożądane. Z pewnością najskuteczniejszą metodą zapobiegającą skutkom stresu oksydacyjnego jest utrzymanie optymalnego poziomu najważniejszych naturalnych endogennych antyoksydantów, takich jak dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza i glutation oraz antyoksydantów egzogennych, witamin C, E i A (Jaxa-Chamiec et al., 2009; Kalogeris et al., 2014). Takie środki obrony antyoksydacyjnej są niezwykle ważne, ponieważ reprezentują bezpośrednio usuwanie wolnych rodników (prooksydantów), zapewniając w ten sposób maksymalną ochronę komórek i tkanek. Środki te nie tylko potwierdzają problem uszkodzenia

oksydacyjnego, ale odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu zdrowia i zapobieganiu chorobom przewlekłym i zwyrodnieniowym (Lane et al., 2008).

Obecnie poznanie mechanizmów procesów oksydacji przyczyniło się do powstania specyficznych i czułych metod do pomiaru występujących często w niskich stężeniach markerów stresu oksydacyjnego i obrony antyoksydacyjnej (Dalle-Donne et al., 2006). Największe znaczenie mają biomarkery, których pomiar możliwy jest z materiałów takich jak krew, osocze, surowica, czy bioptat, dzięki czemu z łatwością i minimalną inwazyjnością mogą być one monitorowane u pacjentów w trakcie przebiegu choroby.

Dotychczas wiele badań skupiało się i oceniało różne powiązania stresu oksydacyjnego z cukrzycą, jak i z zawałem serca osobno, ale niewiele jest badań dotyczących obu chorób jednocześnie. Jaki jest wpływ stylu życia na stres oksydacyjny u osób z zawałami serca związanego z cukrzycą jest również ciągle niejasny. Dlatego w niniejszej pracy postanowiliśmy zbadać związek stresu oksydacyjnego u osób z wielokrotnym zawałem serca i cukrzycą typu 2 w zależności od aktywności fizycznej, palenia papierosów oraz występowania zawału serca i cukrzycy w rodzinie.

### **Materiały i metody badań**

**Materiał źródłowy.** Materiał do badań zebrano w latach 2015–2018 u 225 osób mieszkających na terenie Pomorza Środkowego, hospitalizowanych w Szpitalu Wojewódzkim w Koszalinie i w Słupsku. Kryteriami włączenia do badania były osoby z cukrzycą typu 2, trwającą, co najmniej 10 lat, osoby z cukrzycą typu 2, które przeszły co najmniej dwa zawały serca oraz osoby zdrowe, które stanowiły grupę kontrolną, różnej płci, w wieku 35-71 lat. Na przeprowadzenie powyższego badania uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Okręgowej Izbie Lekarskiej w Gdańsku (2015). Charakterystykę badanych grup przedstawiono poniżej.

Wszystkie osoby, biorące udział w badaniu, zostały poinformowane o jego celu i wyraziły na nie zgodę. Do przeprowadzenia badań podmiotowych posłużono się kwestionariuszem ankiety składającym się z 7 otwartych pytań dotyczących palenia papierosów, aktywności fizycznej, wywiadu

rodzinnego w kierunku cukrzycy i zawałów serca oraz liczby zawałów serca.

Ocena stężenia markerów stresu oksydacyjnego została przeprowadzona u 225 osób: 132 mężczyzn (58,67 %) i u 93 kobiet (41,34 %) w wieku 35-71 lat, zamieszkałych na terenie Pomorza Środkowego.

Wszystkie osoby zostały podzielone na grupy:

*Grupa 1:* 50 zdrowych ochotników.

Grupa 1 liczyła 39 mężczyzn w wieku 35-70 lat i 11 kobiet w wieku 35-68 lat. Wszyscy ochotnicy, którzy wzięli udział w badaniu, byli czynnymi funkcjonariuszami straży pożarnej. Z racji wykonywanego zawodu, w którym liczniejszą grupę stanowią mężczyźni, grupa kobiet jest mniejsza.

Spśród ochotników wyłoniono osoby zdrowe na podstawie przedstawionych badań laboratoryjnych wymienionych powyżej z okresu ostatnich trzech miesięcy oraz przeprowadzono wywiad-ankietę w kierunku występowania chorób, chorób w rodzinie, aktywności fizycznej i palenia tytoniu.

*Grupa 2:* 65 osób, które przeszły co najmniej dwa zawały serca.

Ta grupa liczyła 33 mężczyzn w wieku 38-71 lat i 32 kobiety w wieku 36-71 lat. Grupę osób badanych wyłoniono na podstawie ankiety, przeprowadzonej w Wojewódzkim Szpitalu im. Mikołaja Kopernika w Koszalinie i Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym im. Janusza Korczaka w Słupsku na oddziale kardiologii, a typ i rodzaj zawałów serca uzyskano z kart informacyjnych przedstawionych przez osoby badane po uzyskaniu zgody. Dodatkowe informacje na temat przebiegu zawałów, chorób w rodzinie, aktywności fizycznej i palenia tytoniu otrzymano po przeprowadzeniu ankiety.

*Grupa 3:* 60 osób chorych na cukrzycę typu 2.

Grupa badanych osób z cukrzycą liczyła 35 mężczyzn w wieku 30-70 lat i 25 kobiet w wieku 35-70 lat. Grupę osób badanych wyłoniono na podstawie przeprowadzonej ankiety w Wojewódzkim Szpitalu im. Mikołaja Kopernika w Koszalinie i Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym im. Janusza Korczaka w Słupsku na oddziale wewnętrznym, a rodzaj schorzenia uzyskano z przedstawionych badań laboratoryjnych (będących wskaźnikami cukrzycy) i karty informacyjnej leczenia szpitalnego.

*Grupa 4:* 50 osób chorych na cukrzycę typu 2, które przeszły co najmniej dwa zawały serca.

Do tej grupy zaliczono 25 mężczyzn w wieku 35-70 lat i 25 kobiet w wieku 33-70 lat. Grupę osób badanych wyłoniono na podstawie wywiadu-ankiety, przeprowadzonej w Wojewódzkim Szpitalu im. Mikołaja Kopernika w Koszalinie i Wojewódzkim Szpitalu Specjalistycznym im. Janusza Korczaka w Słupsku na oddziale kardiologii. Informacje na temat przebiegu zawałów serca i cukrzycy uzyskano na podstawie kart informacyjnych leczenia szpitalnego oraz badań laboratoryjnych.

*Pobieranie i przygotowanie materiału.* Materiał do badań stanowiła krew pobrana z żyły łokciowej do probówek z K<sub>3</sub>-EDTA i z cytrynianem sodu. Krew pobierano w warunkach szpitalnych, który następnie odwirowano w wirówce (3 min, 3000 obr./min). Otrzymane osocze przeniesiono do odpowiednio oznakowanych probówek i zamrożone w temp. -25 °C. W uzyskanym osoczu, natychmiast po rozmrożeniu wykonano analizy w kierunku oceny parametrów stresu oksydacyjnego w laboratorium Zakładu Fizjologii Zwierząt Instytutu Biologii Uniwersytetu Pomorskiego w Słupsku.

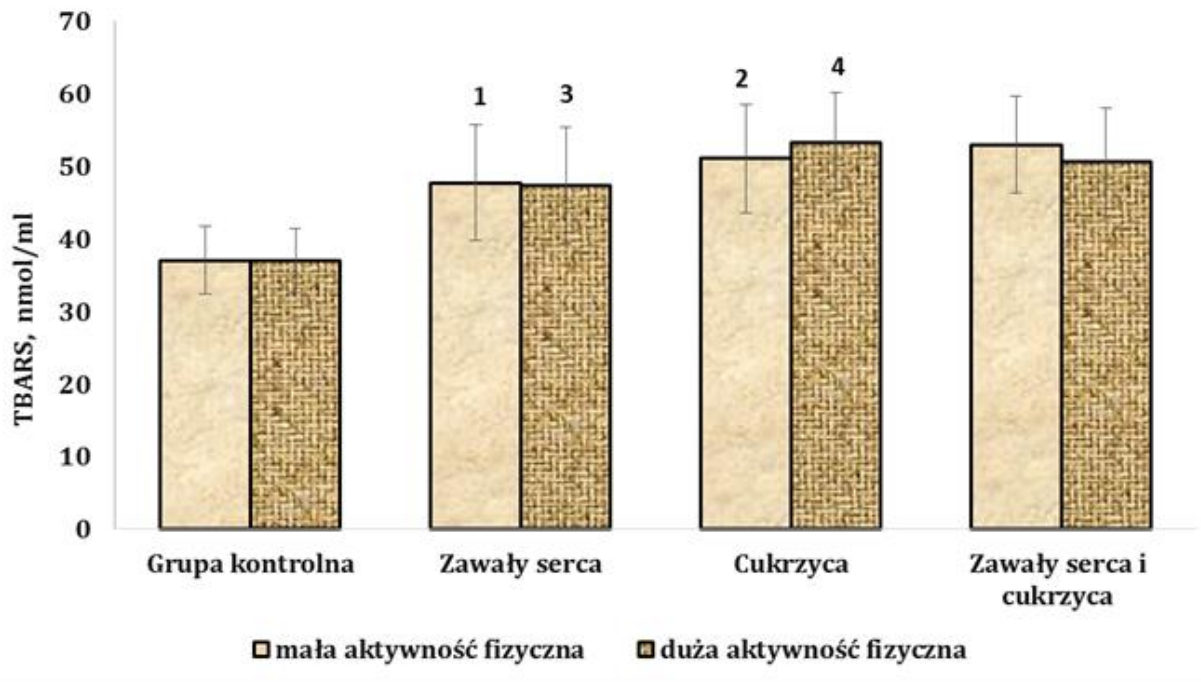
*Stężenie końcowych produktów peroksydacji lipidów.* Oznaczanie stężenia produktów peroksydacji lipidów z kwasem 2-tiobarbiturowym ma na celu określenie poziomu dialdehydu malonowego (MDA), który jest produktem końcowym peroksydacyjnych zmian występujących w lipidach wywołanych przez stres oksydacyjny. Jest on wykorzystywany w celu stwierdzenia nasilenia peroksydacji lipidów. Przy pomocy kwasu 2-tiobarbiturowego (TBA) został oznaczony barwny produkt danej reakcji. Metoda ta służy do znakowania barwnych produktów kompleksów trimetynowych łączących się z kwasem 2-tiobarbiturowym (substancje reagujące z kwasem 2-tiobarbiturowym, TBARS). W tej metodzie intensywność zabarwienia odczytywana jest przy długości fali 532 nm (Kamyshnikov, 2004).

*Analiza statystyczna.* Przeprowadzono analizy statystyczne przy użyciu pakietu IBM SPSS Statistics 23. Za jego pomocą wykonano analizę podstawowych statystyk opisowych wraz z testami Kołmogorowa-Smirnowa, dwuczynnikowe analizy wariancji w schemacie

międzygrupowym. Wyniki wyrażono jako średnią  $\pm$  S.D. (odchylenie standardowe). Różnice przy  $p < 0,05$  uznano za statystycznie istotne (Zar, 1999).

### Wyniki badań oraz ich omówienie

Intensywność procesów lipoperoksydacji u osób z zawałami serca, cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą o różnym poziomie aktywności fizycznej przedstawiono na ryc. 1.



Ryc. 1. Poziom produktów reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym (TBARS, nmol/ml) u osób zdrowych (grupa kontrolna), z przebytymi zawałami mięśnia sercowego, cukrzycą oraz cukrzycą i zawałami serca o różnym poziomie aktywności fizycznej.

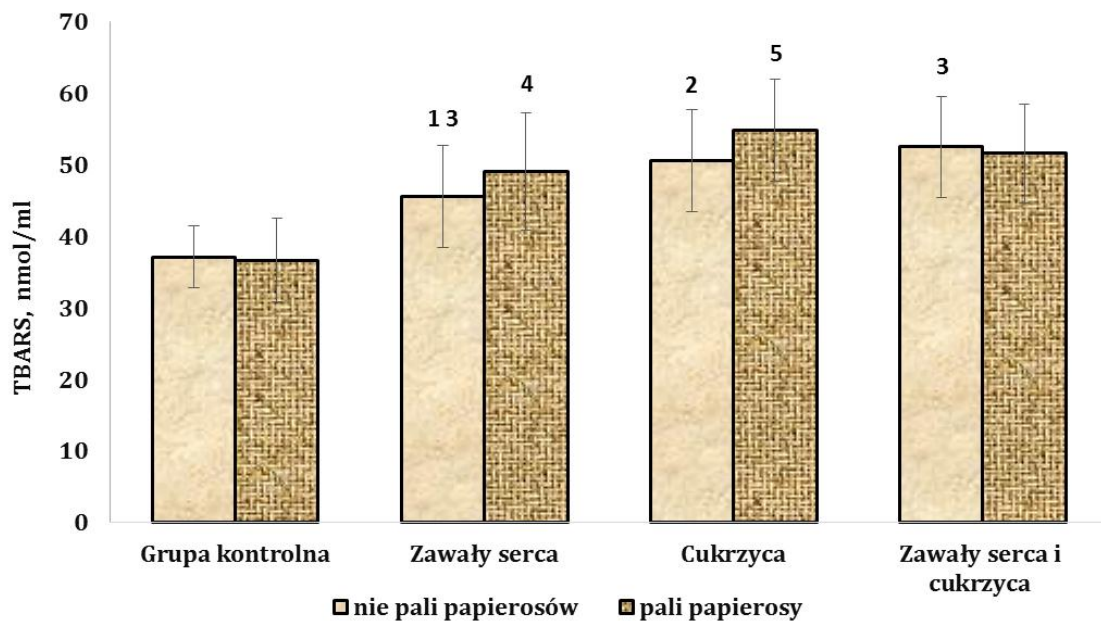
Zmiany statystycznie istotne dla relacji:

1. grupa kontrolna (mała aktywność) – zawały serca (mała aktywność) ( $p = 0,000$ ),
2. grupa kontrolna (mała aktywność) – cukrzyca (mała aktywność) ( $p = 0,000$ ),
3. grupa kontrolna (duża aktywność) – zawały serca (duża aktywność) ( $p = 0,008$ ),
4. grupa kontrolna (duża aktywność) – cukrzyca (duża aktywność) ( $p = 0,001$ )

Zaobserwowaliśmy podwyższenie stężenie TBARS zarówno u osób z cukrzycą, z zawałami serca, jak i z zawałami serca i cukrzycą w porównaniu do grupy kontrolnej. Jednakże najwyższy poziom TBARS zanotowano u osób z cukrzycą o wysokim poziomie aktywności fizycznej ( $53,35 \pm 4,63$  nmol/ml) w porównaniu do pozostałych grup. U osób z zawałami serca o małej aktywności fizycznej zaobserwowano wzrost TBARS o 28,8 % ( $p = 0,001$ ) w porównaniu do grupy kontrolnej. Natomiast u osób z zawałami serca oraz u osób z cukrzycą o

dużym poziomie aktywności fizycznej odnotowaliśmy wzrost TBARS odpowiednio o 27,9 % ( $p = 0,008$ ) i 44 % ( $p = 0,001$ ) (ryc. 1). Z naszych badań wynika, że wzrost poziomu produktów peroksydacji lipidów wzrasta bez względu na poziom aktywności fizycznej zarówno u osób z zawałami serca, jak i cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą.

Intensywność procesów peroksydacji lipidów u osób z zawałami serca, cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą palących i niepalących papierosy przedstawiono na ryc. 2.



**Ryc. 2. Poziom produktów reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym (TBARS, nmol/ml) u osób palących i niepalących papierosy, zdrowych (grupa kontrolna), z zawałami serca, cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą.**

Zmiany statystycznie istotne dla relacji:

1. grupa kontrolna (nie pali) – zawały serca (nie pali) ( $p = 0,000$ ),
2. grupa kontrolna (nie pali) – cukrzyca (nie pali) ( $p = 0,000$ ),
3. zawały serca i cukrzyca (nie pali) – zawały serca (nie pali) ( $p = 0,000$ ),
4. grupa kontrolna (pali) – zawały serca (pali) ( $p = 0,000$ ),
5. grupa kontrolna (pali) – cukrzyca (pali) ( $p = 0,000$ )

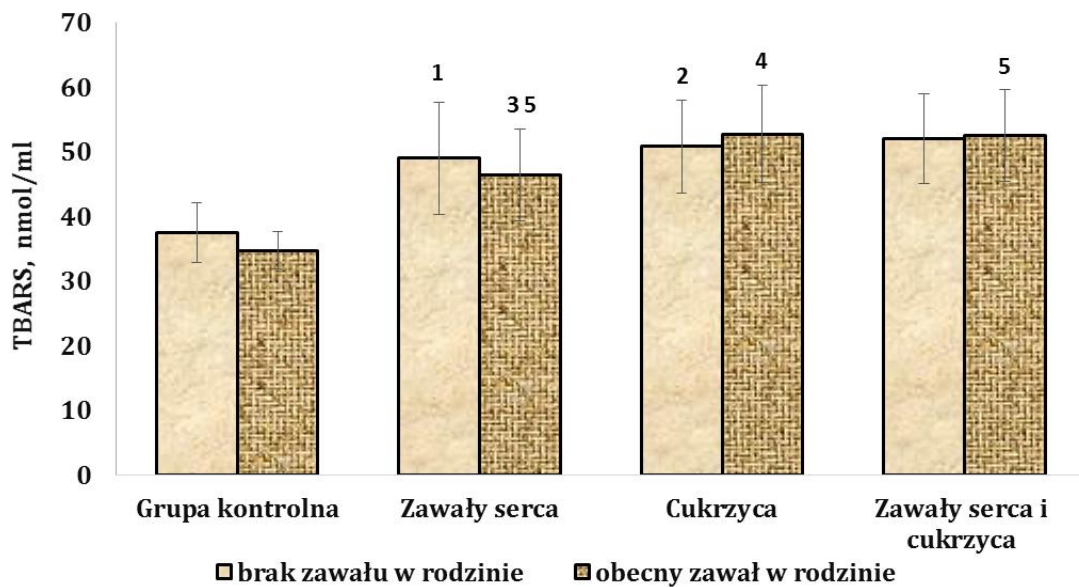
Zaobserwowaliśmy wysoką zawartość TBARS zarówno u osób palących, jak i niepalących z zawałami serca, z cukrzycą oraz z cukrzycą i zawałami serca w porównaniu z osobami zdrowymi. Jednakże najwyższy poziom TBARS wykazano u osób palących z cukrzycą typu 2 ( $54,83 \pm 4,89$  nmol/ml). Ponadto u osób palących odnotowaliśmy wyższy poziom TBARS w grupie z zawałami serca o 22,8 % ( $p = 0,000$ ) w porównaniu z osobami niepalącymi, a wyższy poziom TBARS zanotowano u osób niepalących z cukrzycą i zawałami serca (o 13,1 %,  $p = 0,000$ ) w porównaniu z osobami palącymi papierosy (ryc. 2). Jak wynika z naszych badań, poziom produktów peroksydacji lipidów wzrasta zarówno u osób z zawałami serca, jak i cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą bez względu na to czy osoba pali papierosy czy też nie. Być może, wpływ na otrzymane wyniki ma ilość wypalanych papierosów, jak długo osoba paliła, czy też była biernym palaczem.

Intensywność procesów peroksydacji lipidów u osób z zawałami serca, cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą z podziałem na

obecność zawału serca w rodzinie przedstawiono na ryc. 3.

Zaobserwowaliśmy wzrost TBARS produktów zarówno u osób z zawałami serca, jak i z cukrzycą oraz z cukrzycą i zawałami serca w porównaniu z osobami zdrowymi bez względu na obecność zawału serca w rodzinie. Jednakże najwyższy poziom TBARS otrzymano u osób z cukrzycą z zawałem serca w rodzinie ( $52,73 \pm 5,33$  nmol/ml). Natomiast u osób bez zawału serca w rodzinie zaobserwowano wzrost TBARS w grupie z zawałami serca o 30,6 % ( $p = 0,000$ ) oraz w grupie osób z cukrzycą o 35,5 % ( $p = 0,000$ ) w stosunku do grupy kontrolnej. Jak wynika z naszych badań, obecność zawału serca w rodzinie może być czynnikiem, który wpływa na poziom peroksydacji lipidów u osób z cukrzycą oraz u osób z zawałami serca i cukrzycą.

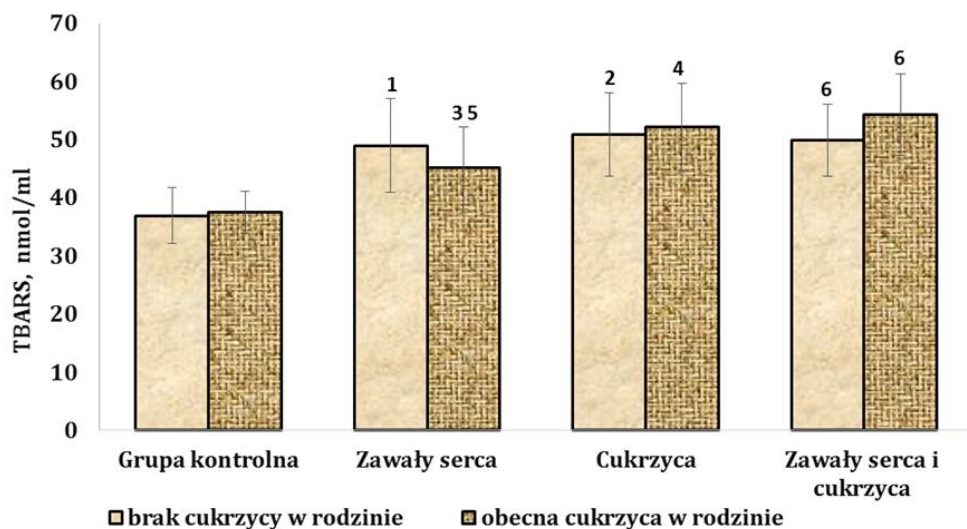
Intensywność procesów peroksydacji lipidów u osób z zawałami serca, cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą z podziałem na obecność cukrzycy w rodzinie przedstawiono na ryc. 4.



Ryc. 3. Poziom produktów reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym (TBARS, nmol/ml), z zawałami mięśnia sercowego, cukrzycą oraz cukrzycą i zawałami serca z podziałem na obecność zawału serca w rodzinie

Zmiany statystycznie istotne dla relacji:

1. grupa kontrolna (brak zawału w rodzinie) – zawały serca (brak zawału w rodzinie) ( $p = 0,000$ ),
2. grupa kontrolna (brak zawału w rodzinie) – cukrzyca (brak zawału w rodzinie) ( $p = 0,000$ ),
3. grupa kontrolna (obecny zawał w rodzinie) – zawały serca (obecny zawał w rodzinie) ( $p = 0,000$ ),
4. grupa kontrolna (obecny zawał w rodzinie) – cukrzyca (obecny zawał w rodzinie) ( $p = 0,000$ ),
5. zawały serca i cukrzyca (obecny zawał w rodzinie) – zawały serca (obecny zawał w rodzinie) ( $p = 0,006$ ).



Ryc. 4. Poziom produktów reagujących z kwasem 2-tiobarbiturowym (TBARS, nmol/ml) u osób zdrowych (grupa kontrolna), z zawałami mięśnia sercowego, cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą z podziałem na występowanie cukrzycy w rodzinie.

Zmiany statystycznie istotne dla relacji:

1. grupa kontrolna (brak cukrzycy w rodzinie) – zawały serca (brak cukrzycy w rodzinie) ( $p = 0,000$ ),
2. grupa kontrolna (brak cukrzycy w rodzinie) – cukrzyca (brak cukrzycy w rodzinie) ( $p = 0,000$ ),
3. grupa kontrolna (obecna cukrzyca w rodzinie) – zawały serca (obecna cukrzyca w rodzinie) ( $p = 0,016$ ),
4. grupa kontrolna (obecna cukrzyca w rodzinie) – cukrzyca (obecna cukrzyca w rodzinie) ( $p = 0,000$ ),
5. zawały serca i cukrzyca (obecna cukrzyca w rodzinie) – zawały serca (obecna cukrzyca w rodzinie) ( $p = 0,000$ ),
6. zawały serca i cukrzyca (brak cukrzycy w rodzinie) – zawały serca i cukrzyca (obecna cukrzyca w rodzinie) ( $p = 0,025$ ).

Zaobserwowaliśmy wzrost TBARS produktów zarówno u osób z zawałami serca, jak i z cukrzycą oraz z cukrzycą i zawałami serca w porównaniu z osobami zdrowymi bez względu na obecność cukrzycy w rodzinie. Najwyższy poziom TBARS produktów otrzymano u osób z zawałami serca i cukrzycą, z cukrzycą w rodzinie ( $54,27 \pm 5,12$  nmol/ml) w porównaniu do pozostałych grup. U osób bez obecności cukrzycy w rodzinie zaobserwowano wzrost TBARS o 32,6 % ( $p = 0,000$ ) w grupie osób z zawałami serca oraz o 37,7 % ( $p = 0,000$ ) u osób z cukrzycą w stosunku do grupy kontrolnej.

U osób z cukrzycą w rodzinie zaobserwowano wzrost TBARS o 20,3 % ( $p = 0,016$ ) w grupie osób z zawałami serca oraz o 39,4 % ( $p = 0,000$ ) w grupie osób z cukrzycą w stosunku do grupy kontrolnej, zaś w porównaniu do osób z zawałami serca i cukrzycą odnotowano mniejszy poziom TBARS o 16,9 % ( $p = 0,000$ ) w grupie z zawałami serca. Dodatkowo, w obrębie grupy osób z zawałami serca i cukrzycą odnotowano wyższy o 8,8% ( $p = 0,025$ ) poziom TBARS w grupie osób z obecnością cukrzycy w rodzinie w porównaniu do osób bez cukrzycy w rodzinie.

Z naszych badań wynika, że proces peroksydacji lipidów ma miejsce zarówno w przebiegu cukrzycy, jak i po zawałach mięśnia sercowego oraz po zawałach serca z cukrzycą, co może świadczyć o występowaniu stresu

oksydacyjnego o wysokiej intensywności w obu jednostkach chorobowych, a obecność cukrzycy w rodzinie może być dodatkowym czynnikiem w generowaniu stresu oksydacyjnego w cukrzycy.

W celu wyjaśnienia wpływu aktywności fizycznej, palenia papierosów oraz występowania zawału serca i cukrzycy w rodzinie na poziom markerów peroksydacji lipidów we krwi u osób z cukrzycą, z zawałami serca oraz z zawałami serca i cukrzycą przeprowadzono wieloczynnikową analizę wariancji. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabelach 1-3.

Jak wynika z przeprowadzonej analizy wariancji wieloczynnikowej, u osób z zawałami serca poziom peroksydacji lipidów w istotny sposób jest powiązany z paleniem papierosów, natomiast w 2,4 % cukrzyca w rodzinie oraz w 1,8 % brak zawału serca w rodzinie nie mieli powiązań z poziomem TBARS (Tabela 1).

Analizę wariancji wieloczynnikowej u osób z cukrzycą typu 2 przedstawiono w tabeli 2.

Jak wynika z przeprowadzonej analizy wariancji wieloczynnikowej u osób z cukrzycą typu 2 peroksydacja lipidów jest uzależniona od aktywności fizycznej oraz palenia papierosów (Tabela 2).

Analizę wariancji wieloczynnikowej u osób z cukrzycą typu 2 i zawałami serca przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 1

Analiza wariancji wieloczynnikowej dla peroksydacji lipidów (TBARS)  
u osób z zawałami serca

Czynniki	DF	Suma kwadratów	Średni kwadrat	F	R <sup>2</sup>
Grupa	2	3835,21	1462,19	36,52***	0,218
Aktywność fizyczna	1	62,27	6,27	0,89	0,004
Palenie tytoniu	1	492,16	492,16	5,67*	0,025
Zawał w rodzinie	1	358,34	358,34	4,10*	0,018
Cukrzyca w rodzinie	1	471,38	471,38	5,38*	0,024

Notatka: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .



Tabela 2

**Analiza wariancji wieloczynnikowej dla peroksydacji lipidów (TBARS)  
u osób z cukrzycą typu 2**

Czynniki	DF	Suma kwadratów	Średni kwadrat	F	R <sup>2</sup>
Grupa	3	5711,15	1903,72	39,72**	0,354
Aktywność fizyczna	1	301,24	301,24	5,21*	0,023
Palenie tytoniu	1	562,54	562,54	6,92**	0,031
Zawał w rodzinie	1	159,68	159,68	2,63	0,012
Cukrzyca w rodzinie	1	94,66	94,66	1,94	0,009

Notatka: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

Tabela 3

**Analiza wariancji wieloczynnikowej dla peroksydacji lipidów (TBARS)  
u osób z cukrzycą typu 2 i zawałami serca**

Czynniki	DF	Suma kwadratów	Średni kwadrat	F	R <sup>2</sup>
Grupa	4	4935,25	1762,69	26,82***	0,295
Aktywność fizyczna	1	928,35	928,35	8,14**	0,035
Palenie tytoniu	1	254,36	254,36	1,63	0,007
Zawał w rodzinie	1	225,17	225,17	0,78	0,003
Cukrzyca w rodzinie	1	1065,22	1065,22	8,95**	0,039

Notatka: \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

W przeprowadzonej powyżej analizie wariancji wieloczynnikowej u osób z cukrzycą typu 2 i zawałami serca wynika, że w przebiegu tych chorób na wzrost poziomu TBARS ma wpływ w 3,5 % mała aktywność fizyczna oraz w 3,9 % – obecność cukrzycy w rodzinie (Tabela 3).

Dotychczas wiele badań skupiało się i oceniało różne powiązania stresu oksydacyjnego z cukrzycą, jak i z zawałem mięśnia sercowego osobno, ale niewiele jest badań dotyczących obu chorób jednocześnie. Jaki jest wpływ stylu życia na stres oksydacyjny u osób z zawałami serca związanego z cukrzycą jest również ciągle niejasny. Dlatego w niniejszym badaniu postanowiliśmy zbadać związek poziomu markerów stresu oksydacyjnego u osób z wielokrotnym zawałem serca i cukrzycą typu 2 w zależności od wieku, płci, aktywności

fizycznej, palenia papierosów oraz występowania zawału serca i cukrzycy w rodzinie.

Zaobserwowaliśmy zwiększony poziom stresu oksydacyjnego we krwi zarówno u osób z zawałami serca, z cukrzycą typu 2, jak i z cukrzycą i zawałami serca w porównaniu do grupy kontrolnej. Podobne wyniki badań przedstawiono w kilku opracowaniach (Mushtaq et al., 2015; Nair and Nair, 2017; Shahid et al., 2018). W tym etapie badań dokonaliśmy analizy poziomu dialdehydu malonowego (MDA), końcowego produktu peroksydacji lipidów. MDA, jako aldehydowy produkt peroksydacji lipidów jest biomarkerem zwiększonej peroksydacji lipidów, a także pośrednim dowodem wysokiej produkcji wolnych rodników w cukrzycy (Aouacheri et al., 2015).

Wzrost poziomu MDA odnotowaliśmy u cukrzyków z zawałami serca, jak i bez zawałów, co jest zgodne z badaniami przeprowadzonymi przez Al-Rawi, Kumawata i wsp., Mahadevana i Velavana, Al-Koofee i Goodarzi i wsp., de Souza Bastos i wsp. (Goodarzi et al., 2008; Al-Rawi, 2011; Kumawat et al., 2012; Al-Koofee, 2013; de Souza Bastos et al., 2016) oraz u osób z zawałami serca, co potwierdza Kitano i wsp., Henning oraz Kurian i wsp. (Kitano et al., 2016; Kurian et al., 2016; Henning, 2018). Dodatkowo odnotowaliśmy większy wzrost poziomu MDA u mężczyzn w porównaniu do grupy kobiet. Badania de Souza Bastos i wsp. (2016) wskazały, że cukrzyca typu 2 związana jest ściśle z dyslipidemią i zwiększoną peroksydacją lipidów, nawet u dobrze kontrolowanych pacjentów; dodatkowo zaobserwowali, że zwiększona peroksydacja lipidów jest silnie skorelowana z wyższym poziomem ogólnoustrojowego zapalenia (de Souza Bastos et al., 2016).

W ostatnich badaniach Madonna i wsp. (2019) potwierdzili fakt, że ryzyko chorób sercowo-naczyniowych u osób z cukrzycą jest znacznie wyższe niż u osób bez tej choroby, oraz że ryzyko chorób sercowo-naczyniowych, choroby niedokrwiennej serca i zawału serca jest różne u kobiet i mężczyzn (Madonna et al., 2019). Rzeczywiście, istnieją doniesienia, że względne ryzyko śmiertelnej choroby wieńcowej związanej z cukrzycą jest o 50% wyższe u kobiet niż u mężczyzn (Maas and Appelman, 2010; Al-Salameh et al., 2019). Z pewnością związek między płcią a stresem oksydacyjnym jest ważny, ponieważ stres oksydacyjny jest związany z wieloma chorobami, które przebiegają inaczej u mężczyzn i kobiet (Kander et al., 2017). Naskręt i wsp. (2013) w swoim badaniu wywnioskowali, że cukrzyca stanowi istotną przyczynę wzrostu częstości występowania powikłań sercowo-naczyniowych we wszystkich grupach wiekowych, niezależnie od płci, typu schorzenia oraz czasu jej trwania (Naskręt et al., 2013).

Ponadto wyniki naszych badań wyraźnie pokazują, że osoby palące papierosy mają większe uszkodzenia oksydacyjne niż ci, którzy nigdy nie palili (ryc. 2). Zaobserwowany przez nas zwiększony poziom MDA u osób z nawykiem palenia jest zgodny z wcześniejszymi odkryciami Mushtağ i wsp. (2015), którzy badali osoby z cukrzycą typu 2 i zawałem serca oraz Metta i wsp. (2015), którzy badali osoby z

chorobą niedokrwinną serca (Metta et al., 2015; Mushtağ et al., 2015). Khaki-Khatibi i wsp. (2012) wykazali, że peroksydacja lipidów u palaczy jest dodatkowo nasilana przez niedokrwienie mięśnia sercowego, a następnie reperfuzję w chorobie niedokrwiennej serca (Khaki-Khatibi et al., 2012).

W podobnym badaniu Kashinakunti i wsp. (2011) zaobserwowali wzrost poziomu MDA w osoczu u pacjentów ze stabilną chorobą niedokrwinną serca (Kashinakunti et al., 2011). Dodatkowo Mushtağ i wsp. (2015) zauważyli, że aktywność dysmutazy ponadtlenkowej (SOD) jest znacznie zmniejszona u osób z zawałem serca i z cukrzycą, zwłaszcza u palaczy, co sugeruje, że zwiększony stres oksydacyjny u palaczy hamuje aktywność enzymów antyoksydacyjnych (Mushtağ et al., 2015). Tak więc możemy wyciągnąć wniosek z obecnego badania, że chorzy na cukrzycę, którzy palą, mogą być bardziej podatni na zawał serca niż niepalący pacjenci z cukrzycą. Zatem palenie papierosów ma znaczący związek z produkcją reaktywnych form tlenu (RFT) (Metta et al., 2015) i stanowi jeden z najważniejszych, modyfikowalnych czynników ryzyka miażdżycy i zawału serca (Messner and Bernhard, 2014).

Ponadto, zwiększony poziom MDA zauważyliśmy u osób z cukrzycą oraz zawałem serca, u których występowała cukrzyca w rodzinie (ryc. 4). Wieloczynnikowa analiza wariancji wykazała, że obecność cukrzycy w rodzinie stanowi czynnik determinujący wzrost poziomu TBARS u osób z cukrzycą i zawałami serca (Tabela 3). Istnieją doniesienia, że czynniki genetyczne mogą być związane z rozwojem powikłań mikro- i makronaczyniowych w cukrzycy (Pfister et al., 2011; Ma, 2016). Odkryto wiele powszechnych polimorfizmów pojedynczych nukleotydów, związanych ze zwiększonym ryzykiem chorób serca i cukrzycy typu 2 (Ma, 2016; De Rosa et al., 2018). Chaudhary i wsp. (2012) stwierdzili, że polimorfizmy apolipoproteiny E (apo E) modulują ryzyko choroby sercowo-naczyniowej w cukrzycy, a El-Lebedy i wsp. (2016) wskazali, że allel ApoE4 jest związany z większą podatnością na choroby sercowo-naczyniowe w obecności cukrzycy typu 2 (Chaudhary et al., 2012; El-Lebedy et al., 2016). Z kolei Colledge i wsp. (2010) oraz Nair i Nair (2017) stwierdzili, że do najczęstszych czynników przyczyniających się do rozwoju cukrzycy typu 2 należą złożone korelacje genetyczne oraz czynniki środo-

wiskowe, związane ze stylem życia, tj. otyłość, brak aktywności fizycznej oraz palenie tytoniu i spożywanie alkoholu, a także czynniki niemodyfikowalne, takie jak starzenie się organizmu (Colledge et al., 2010; Nair and Nair, 2017).

Qi i wsp. (2013) w swoim badaniu zidentyfikowali nieznane wcześniej genetyczne locus genu GLUL [kodującego enzym ligazy glutaminianowej amoniaku, należącej do rodziny syntazy glutaminowej, katalizującej przemianę kwasu glutaminowego (Glu) i amoniaku w glutaminę (Gln)], związanego ze zwiększonym ryzykiem choroby niedokrwiennej serca wśród pacjentów z cukrzycą typu 2. Wpływ ten polega na zmniejszeniu ekspresji tego genu i wpływ na metabolizm glutaminianu i glutaminy w komórkach śródbłonna (Qi et al., 2013). Kwas glutaminowy i glutamina odgrywają ważną rolę w fizjologii człowieka. Pierwszy jest kluczowym półproduktem cyklu  $\gamma$ -glutamylowego, który wytwarza przeciwutleniacz glutation (Lu, 2013; Shahid et al., 2018), a drugi reguluje wiele ważnych procesów komórkowych, w tym proliferację komórek, hamowanie apoptozy i sygnalizację komórkową (De Berardinis and Cheng, 2010).

Ponadto istnieją dowody, że metabolizm glutaminy i kwasu glutaminowego przyczynia się do regulacji wydzielania insuliny i metabolizmu glukozy (Qi et al., 2013), dlatego nieprawidłowy metabolizm tych aminokwasów jest związany z opornością na insulinę, cukrzycą typu 2 i zaburzeniami sercowo-naczyniowymi (Cheng et al., 2012; Newsholme and Krause, 2012). W wielu badaniach klinicznych udowodniono, że glutamina działa kardioprotekcyjnie, gdy jest podawana dojelitowo i parenteralnie (Lomivorotov et al., 2011; Sufit et al., 2012). Dokładny mechanizm, dzięki któremu zmiany

metabolizmu tych aminokwasów mogą prowadzić do zwiększonego ryzyka choroby niedokrwiennej serca nie jest dokładnie jasny i wymaga jeszcze wielu badań, jednak proponowane powyżej mechanizmy opierają się na zrozumieniu zmian szlaków metabolizmu glutaminianu i glutaminy, w konsekwencji których można by oczekiwać zmniejszonej ekspresji GLUL, co z kolei może wpływać na cykl glutationu i mechanizm obrony antyoksydacyjnej w komórkach.

### Podsumowanie

Oceniając zmiany poziomu markerów stresu oksydacyjnego m.in. peroksydacji lipidów (poziom TBARS) we krwi osób różnej płci i wieku, z zawałami serca, cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą w zależności od stylu życia, zaobserwowaliśmy znaczny wzrost poziomu TBARS zarówno u osób z cukrzycą, jak i zawałami serca oraz cukrzycą i zawałami serca. Z naszych badań wynika, że wzrost poziomu końcowych markerów peroksydacji lipidów wzrasta bez względu na poziom aktywności fizycznej zarówno u osób z zawałami serca, jak i cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą. Poziom produktów peroksydacji lipidów wzrasta zarówno u osób z zawałami serca, jak i cukrzycą oraz zawałami serca i cukrzycą bez względu na to czy osoba pali papierosy czy też nie. Obecność zawału serca w rodzinie może być czynnikiem, który wpływa na poziom peroksydacji lipidów u osób z cukrzycą oraz u osób z zawałami serca i cukrzycą. Obecność cukrzycy w rodzinie może być dodatkowym czynnikiem w generowaniu stresu oksydacyjnego u osób z cukrzycą.

### References

- Al-Rawi N. H. (2011). Oxidative stress, antioxidant status and lipid profile in the saliva of type 2 diabetics. *Diabetes & vascular disease research*, 8(1), 22–28. <https://doi.org/10.1177/1479164110390243>
- Al-Salameh, A., Chanson, P., Bucher, S., Ringa, V., & Becquemont, L. (2019). Cardiovascular Disease in Type 2 Diabetes: A Review of Sex-Related Differences in Predisposition and Prevention. *Mayo Clinic proceedings*, 94(2), 287–308. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.08.007>
- Aouacheri, O., Saka, S., Krim, M., Messaadia, A., & Maida, I. (2015). The investigation of the oxidative stress-related parameters in type 2 diabetes mellitus. *Canadian journal of diabetes*, 39(1), 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2014.03.002>

- Bagatini, M. D., Martins, C. C., Battisti, V., Gasparetto, D., da Rosa, C. S., Spanevello, R. M., Ahmed, M., Schmatz, R., Schetinger, M. R., & Morsch, V. M. (2011). Oxidative stress versus antioxidant defenses in patients with acute myocardial infarction. *Heart and vessels*, 26(1), 55–63. <https://doi.org/10.1007/s00380-010-0029-9>
- Braunwald, E. (2008). Biomarkers in heart failure. *The New England journal of medicine*, 358(20), 2148–2159. <https://doi.org/10.1056/NEJMra0800239>
- Chaudhary, R., Likidlilid, A., Peerapatdit, T., Tresukosol, D., Srisuma, S., Ratanamaneechat, S., & Sriratanasathavorn, C. (2012). Apolipoprotein E gene polymorphism: effects on plasma lipids and risk of type 2 diabetes and coronary artery disease. *Cardiovascular diabetology*, 11, 36. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-11-36>
- Cheng, S., Rhee, E. P., Larson, M. G., Lewis, G. D., McCabe, E. L., Shen, D., Palma, M. J., Roberts, L. D., Dejam, A., Souza, A. L., Deik, A. A., Magnusson, M., Fox, C. S., O'Donnell, C. J., Vasan, R. S., Melander, O., Clish, C. B., Gerszten, R. E., & Wang, T. J. (2012). Metabolite profiling identifies pathways associated with metabolic risk in humans. *Circulation*, 125(18), 2222–2231. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.067827>
- Colledge N.R., Walker, B.R., Ralston, S., Davidson, S., Penman, I. (ed.). (2010). *Davidson's Principles and Practice of Medicine*. Edinburgh: Churchill Livingstone/Elsevier., 18: 1153-1216
- Dalle-Donne, I., Rossi, R., Colombo, R., Giustarini, D., & Milzani, A. (2006). Biomarkers of oxidative damage in human disease. *Clinical chemistry*, 52(4), 601–623. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2005.061408>
- De Berardinis, R. J., & Cheng, T. (2010). Q's next: the diverse functions of glutamine in metabolism, cell biology and cancer. *Oncogene*, 29(3), 313–324. <https://doi.org/10.1038/onc.2009.358>
- De Rosa, S., Arcidiacono, B., Chiefari, E., Brunetti, A., Indolfi, C., & Foti, D. P. (2018). Type 2 Diabetes Mellitus and Cardiovascular Disease: Genetic and Epigenetic Links. *Frontiers in endocrinology*, 9, 2. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00002>
- de Souza Bastos, A., Graves, D. T., de Melo Loureiro, A. P., Júnior, C. R., Corbi, S. C. T., Frizzera, F., Scarel-Caminaga, R. M., Câmara, N. O., Andriankaja, O. M., Hiyane, M. I., & Orrico, S. R. P. (2016). Diabetes and increased lipid peroxidation are associated with systemic inflammation even in well-controlled patients. *Journal of diabetes and its complications*, 30(8), 1593–1599. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2016.07.011>
- El-Lebedy, D., Raslan, H. M., & Mohammed, A. M. (2016). Apolipoprotein E gene polymorphism and risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease. *Cardiovascular diabetology*, 15, 12. <https://doi.org/10.1186/s12933-016-0329-1>
- Everett, B. M., Brooks, M. M., Vlachos, H. E., Chaitman, B. R., Frye, R. L., Bhatt, D. L., & BARI 2D Study Group (2015). Troponin and Cardiac Events in Stable Ischemic Heart Disease and Diabetes. *The New England journal of medicine*, 373(7), 610–620. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1415921>
- Fiorentino, T.V., Prioletta, A., Zuo, P., & Folli, F. (2013). Hyperglycemia-induced oxidative stress and its role in diabetes mellitus related cardiovascular diseases. *Current pharmaceutical design*, 19(32), 5695–5703. <https://doi.org/10.2174/1381612811319320005>
- Frostegård, J. (2013). Immunity, atherosclerosis and cardiovascular disease. *BMC medicine*, 11, 117. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-117>

- Giacco, F., & Brownlee, M. (2010). Oxidative stress and diabetic complications. *Circulation research*, 107(9), 1058–1070. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.110.223545>
- Goodarzi, M. T., Varmaziar, L., Navidi, A. A., & Parivar, K. (2008). Study of oxidative stress in type 2 diabetic patients and its relationship with glycated hemoglobin. *Saudi medical journal*, 29(4), 503–506.
- Henning R. J. (2018). Type-2 diabetes mellitus and cardiovascular disease. *Future cardiology*, 14(6), 491–509. <https://doi.org/10.2217/fca-2018-0045>
- Jaxa-Chamiec, T., Bednarz, B., Herbaczynska-Cedro, K., Maciejewski, P., Ceremuzynski, L., & MIVIT Trial Group (2009). Effects of vitamins C and E on the outcome after acute myocardial infarction in diabetics: a retrospective, hypothesis-generating analysis from the MIVIT study. *Cardiology*, 112(3), 219–223. <https://doi.org/10.1159/000151239>
- Johansson, I., Dahlström, U., Edner, M., Näsman, P., Rydén, L., & Norhammar, A. (2015). Risk factors, treatment and prognosis in men and women with heart failure with and without diabetes. *Heart (British Cardiac Society)*, 101(14), 1139–1148. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2014-307131>
- Kalogeris, T., Bao, Y., & Korthuis, R. J. (2014). Mitochondrial reactive oxygen species: a double edged sword in ischemia/reperfusion vs preconditioning. *Redox biology*, 2, 702–714. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2014.05.006>
- Kamyshnikov, V. S. (2004). *Reference book on clinic and biochemical researches and laboratory diagnostics*. MEDpress-inform. (in Russian)  
Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. Москва: МЕДпресс-информ, 2004. 920 с.
- Kander, M. C., Cui, Y., & Liu, Z. (2017). Gender difference in oxidative stress: a new look at the mechanisms for cardiovascular diseases. *Journal of cellular and molecular medicine*, 21(5), 1024–1032. <https://doi.org/10.1111/jcmm.13038>
- Kashinakunti, S. V., Kollur, P., Kallaganada, G. S., Rangappa, M., & Ingin, J. B. (2011). Comparative study of serum MDA and vitamin C levels in non-smokers, chronic smokers and chronic smokers with acute myocardial infarction in men. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 16(8), 993–998.
- Khaki-Khatibi, F., Yaghoubi, A.R., & Rahbani, N.M. (2012). Study of antioxidant enzymes, lipid peroxidation, lipid profile and immunologic factor in coronary artery disease in East Azarbijan. *International Journal of Medicine and Biomedical Research*, 1(2), 147–152.
- Khullar, M., Al-Shudiefat, A. A., Ludke, A., Binopal, G., & Singal, P. K. (2010). Oxidative stress: a key contributor to diabetic cardiomyopathy. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 88(3), 233–240. <https://doi.org/10.1139/Y10-016>
- Kitano, D., Takayama, T., Nagashima, K., Akabane, M., Okubo, K., Hiro, T., & Hirayama, A. (2016). A comparative study of time-specific oxidative stress after acute myocardial infarction in patients with and without diabetes mellitus. *BMC cardiovascular disorders*, 16, 102. <https://doi.org/10.1186/s12872-016-0259-6>
- Knapp, M., Tu, X., & Wu, R. (2019). Vascular endothelial dysfunction, a major mediator in diabetic cardiomyopathy. *Acta pharmacologica Sinica*, 40(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41401-018-0042-6>

- Kumawat, M., Sharma, T. K., Singh, I., Singh, N., Singh, S. K., Ghalaut, V. S., Shankar, V., & Vardey, S. K. (2012). Decrease in antioxidant status of plasma and erythrocytes from geriatric population. *Disease markers*, 33(6), 303–308. <https://doi.org/10.3233/DMA-2012-00938>
- Kurian, G. A., Rajagopal, R., Vedantham, S., & Rajesh, M. (2016). The Role of Oxidative Stress in Myocardial Ischemia and Reperfusion Injury and Remodeling: Revisited. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2016, 1656450. <https://doi.org/10.1155/2016/1656450>
- Lane, J. S., Magno, C. P., Lane, K. T., Chan, T., Hoyt, D. B., & Greenfield, S. (2008). Nutrition impacts the prevalence of peripheral arterial disease in the United States. *Journal of vascular surgery*, 48(4), 897–904. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.05.014>
- Li, C., Miao, X., Li, F., Wang, S., Liu, Q., Wang, Y., & Sun, J. (2017). Oxidative Stress-Related Mechanisms and Antioxidant Therapy in Diabetic Retinopathy. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2017, 9702820. <https://doi.org/10.1155/2017/9702820>
- Lomivorotov, V. V., Efremov, S. M., Shmirev, V. A., Ponomarev, D. N., Lomivorotov, V. N., & Karas-kov, A. M. (2011). Glutamine is cardioprotective in patients with ischemic heart disease following cardiopulmonary bypass. *The heart surgery forum*, 14(6), E384–E388. <https://doi.org/10.1532/HSF98.20111074>
- Lu, S.C. (2013). Glutathione synthesis. *Biochimica et biophysica acta*, 1830(5), 3143–3153. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2012.09.008>
- Ma R. C. (2016). Genetics of cardiovascular and renal complications in diabetes. *Journal of diabetes investigation*, 7(2), 139–154. <https://doi.org/10.1111/jdi.12391>
- Maas, A. H., & Appelman, Y. E. (2010). Gender differences in coronary heart disease. *Netherlands heart journal : monthly journal of the Netherlands Society of Cardiology and the Netherlands Heart Foundation*, 18(12), 598–602. <https://doi.org/10.1007/s12471-010-0841-y>
- Madonna, R., Balistreri, C. R., De Rosa, S., Muscoli, S., Selvaggio, S., Selvaggio, G., Ferdinandy, P., & De Caterina, R. (2019). Impact of Sex Differences and Diabetes on Coronary Atherosclerosis and Ischemic Heart Disease. *Journal of clinical medicine*, 8(1), 98. <https://doi.org/10.3390/jcm8010098>
- Messner, B., & Bernhard, D. (2014). Smoking and cardiovascular disease: mechanisms of endothelial dysfunction and early atherogenesis. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 34(3), 509–515. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.113.300156>
- Metta, S., Basalingappa, D. R., Uppala, S., & Mitta, G. (2015). Erythrocyte Antioxidant Defenses Against Cigarette Smoking in Ischemic Heart Disease. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9(6), BC08–BC11. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12237.6128>
- Mushtaq, S., Ali, T., Altaf, F., Abdullah, M., & Murtaza, I. (2015). Stress-responsive factor regulation in patients suffering from type 2 diabetes and myocardial infarction. *Turkish journal of medical sciences*, 45(1), 148–152. <https://doi.org/10.3906/sag-1308-25>
- Nair, A., & Nair, B. J. (2017). Comparative analysis of the oxidative stress and antioxidant status in type II diabetics and nondiabetics: A biochemical study. *Journal of oral and maxillofacial pathology: JOMFP*, 21(3), 394–401. [https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP\\_56\\_16](https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP_56_16)
- Naskręt, D., Araszkiewicz, A., & Wierusz-Wysocka, B. (2013). Choroba niedokrwienna u pacjenta z cukrzycą [Ischemic disease in a patient with diabetes]. *Forum Medycyny Rodzinnej*, 7(3), 109–114.

- Newsholme, P., & Krause, M. (2012). Nutritional regulation of insulin secretion: implications for diabetes. *The Clinical biochemist. Reviews*, 33(2), 35–47.
- Obońska, K., Grąbczewska, Z., Fisz, J., Kubica, J. (2011). Cukrzyca i dysfunkcja śródbłonna – krótkie spojrzenie na złożony problem [Diabetes and endothelial dysfunction – a brief look at a complex problem]. *Folia Cardiologica Excerpta*, 2, 109–116.
- Pfister, R., Barnes, D., Luben, R. N., Khaw, K. T., Wareham, N. J., & Langenberg, C. (2011). Individual and cumulative effect of type 2 diabetes genetic susceptibility variants on risk of coronary heart disease. *Diabetologia*, 54(9), 2283–2287. <https://doi.org/10.1007/s00125-011-2206-5>
- Qi, L., Qi, Q., Prudente, S., Mendonca, C., Andreozzi, F., di Pietro, N., Sturma, M., Novelli, V., Mannino, G. C., Formoso, G., Gervino, E. V., Hauser, T. H., Muehlschlegel, J. D., Niewczas, M. A., Krolewski, A. S., Biolo, G., Pandolfi, A., Rimm, E., Sesti, G., Trischitta, V., ... Doria, A. (2013). Association between a genetic variant related to glutamic acid metabolism and coronary heart disease in individuals with type 2 diabetes. *JAMA*, 310(8), 821–828. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.276305>
- Santilli, F., Lapenna, D., La Barba, S., & Davì, G. (2015). Oxidative stress-related mechanisms affecting response to aspirin in diabetes mellitus. *Free radical biology & medicine*, 80, 101–110. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2014.12.010>
- Sena, C. M., Pereira, A. M., & Seça, R. (2013). Endothelial dysfunction – a major mediator of diabetic vascular disease. *Biochimica et biophysica acta*, 1832(12), 2216–2231. <https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2013.08.006>
- Shahid, S. U., Shabana, & Humphries, S. (2018). The SNP rs10911021 is associated with oxidative stress in coronary heart disease patients from Pakistan. *Lipids in health and disease*, 17(1), 6. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0654-8>
- Sufit, A., Weitzel, L. B., Hamiel, C., Queensland, K., Dauber, I., Rooyackers, O., & Wischmeyer, P. E. (2012). Pharmacologically dosed oral glutamine reduces myocardial injury in patients undergoing cardiac surgery: a randomized pilot feasibility trial. *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*, 36(5), 556–561. <https://doi.org/10.1177/0148607112448823>
- Yan, S. F., Ramasamy, R., & Schmidt, A. M. (2010). The RAGE axis: a fundamental mechanism signaling danger to the vulnerable vasculature. *Circulation research*, 106(5), 842–853. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.109.212217>
- Yildirim, Z., Yildirim, F., Ucgun, N. I., & Kilic, N. (2009). The evaluation of the oxidative stress parameters in nondiabetic and diabetic senile cataract patients. *Biological trace element research*, 128(2), 135–143. <https://doi.org/10.1007/s12011-008-8258-9>
- Yin, X., Zheng, Y., Liu, Q., Cai, J., & Cai, L. (2012). Cardiac response to chronic intermittent hypoxia with a transition from adaptation to maladaptation: the role of hydrogen peroxide. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2012, 569520. <https://doi.org/10.1155/2012/569520>
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistic Analysis*. 4<sup>th</sup> ed., Prentice Hall Inc.

*Наталія Кургалюк, Кшиштоф Тота, Малгожата Дубік-Тота, Галина Ткаченко*

**ВПЛИВ ФІЗИЧНОЇ АКТИВНОСТІ, ПАЛІННЯ ТА НАЯВНОСТІ ІНФАРКТУ МІОКАРДА  
ТА ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ У СІМЕЙНОМУ АНАМНЕЗИ  
НА РІВЕНЬ МАРКЕРІВ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ  
У КРОВІ ЖІНОК І ЧОЛОВІКІВ, ХВОРИХ  
НА ІНФАРКТ МІОКАРДА ТА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ 2 ТИПУ**

**АНОТАЦІЯ**

Окиснювальний стрес пов'язаний з багатьма хронічними захворюваннями, особливо діабетом і хворобами серця. Багато досліджень зосереджено на оцінці різних зв'язків між окиснювальним стресом, цукровим діабетом і серцево-судинними захворюваннями окремо, але є кілька досліджень, які розглядають обидва захворювання одночасно. Вплив способу життя на окиснювальний стрес у людей із серцево-судинними захворюваннями, пов'язаними з діабетом, також залишається нез'ясованим.

**Мета досліджень:** Зважаючи на актуальність питання, метою нашого дослідження було оцінити взаємозв'язок рівня маркерів окиснювального стресу у осіб з множинними інфарктами міокарда та цукровим діабетом 2 типу залежно від фізичної активності, паління та наявності інфаркту міокарда і цукрового діабету в сімейному анамнезі.

**Методологія.** Критеріями включення в дослідження були: 1) особи з цукровим діабетом 2 типу тривалістю не менше 10 років, 2) особи з цукровим діабетом 2 типу, які перенесли щонайменше два інфаркти міокарда, 3) здорові особи (контрольна група різної статі) віком 35-71 р. В отриманій крові оцінювали рівень перекисного окиснення ліпідів (концентрація речовин, що реагують з 2-тіобарбітуровою кислотою).

**Наукова новизна.** Оцінюючи зміни рівня маркерів окиснювального стресу, тобто перекисного окиснення ліпідів (TBARS), в крові осіб різної статі та віку з інфарктами, цукровим діабетом 2 типу, а також цукровим діабетом 2 типу та інфарктами та залежно від способу життя, ми спостерігали значне підвищення рівня TBARS як у осіб з діабетом 2 типу, інфарктами міокарда, так і з поєднанням діабету 2 типу та перенесеними інфарктами міокарда. Наше дослідження показало, що рівень перекисного окиснення ліпідів підвищується незалежно від рівня фізичної активності, як в осіб з інфарктами міокарда, цукровим діабетом 2 типу, так і з інфарктами міокарда та цукровим діабетом 2 типу.

**Висновки.** Рівень перекисного окиснення ліпідів був підвищений у осіб з інфарктами міокарда, цукровим діабетом 2 типу, а також інфарктами міокарда і цукровим діабетом 2 типу, незалежно від того, курили ці особи сигарети чи ні. Наявність інфарктів міокарда в родинному анамнезі може бути фактором, що впливає на рівень перекисного окиснення ліпідів у осіб з цукровим діабетом, а також осіб з інфарктом міокарда та діабетом 2 типу. Наявність цукрового діабету в родині може бути додатковим фактором у генерації окиснювального стресу при діабеті 2 типу.

**Ключові слова:** інфаркт міокарда, цукровий діабет 2 типу, перекисне окиснення ліпідів, ТБК-активні продукти (TBARS), жінки, чоловіки, фізичні навантаження, куріння

Received: 13.11.2023.

Accepted: 10.12.2023.

Published: 19.01.2024.

Ви можете цитувати цю статтю так:

Kurhaluk N., Tota K., Dubik-Tota M., Tkaczenko H. Wpływ aktywności fizycznej, palenia tytoniu, zawału i cukrzycy w rodzinie na poziom markerów peroksydacji lipidów we krwi kobiet i mężczyzn z zawałami serca i cukrzycą typu 2. *Biota, Human, Technology*. 2023. №3. С. 113-129

Cite this article in APA style as:

Kurhaluk, N., Tota, K., Dubik-Tota, M., & Tkaczenko, H. (2023). The influence of physical activity, smoking, myocardial infarction and diabetes in family history on the level of lipid peroxidation markers in the blood of women and men with myocardial infarction and type 2 diabetes. *Biota, Human, Technology*, 3, 113-129 (in Polish)



## Information about the authors:

**Kurhaluk N.** [*in Ukrainian: Курґалюк Н.*] <sup>1</sup>, Dr. of Biol. Sc., Prof., email: natalia.kurhaluk@apsl.edu.pl  
ORCID: 0000-0002-4669-1092 Scopus-Author ID: 55520986600  
Department of Animal Physiology, Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk  
22B Arciszewskiego Street, Słupsk, 76-200, Poland

**Tota K.** [*in Ukrainian: Тота К.*] <sup>2</sup>, Ph.D. in Biol.Sc., email: krzysztof.tota@apsl.edu.pl  
Division of Nursing and Emergency Medical Services, Institute of Health Sciences, Pomeranian University in Słupsk  
22b Arciszewski Street, Słupsk, 76-200, Poland

**Dubik-Tota M.** [*in Ukrainian: Дубік-Тота М.*] <sup>3</sup>, Ph.D. in Biol.Sc., email: malgorzata.dubik@apsl.edu.pl  
Division of Nursing and Emergency Medical Services, Institute of Health Sciences, Pomeranian University in Słupsk  
22b Arciszewski Street, Słupsk, 76-200, Poland

**Tkaczenko H.** [*in Ukrainian: Ткаченко Г.*] <sup>4</sup>, Dr. of Biol. Sc., Prof., email: halina.tkaczenko@upsl.edu.pl  
ORCID: 0000-0003-3951-9005 Scopus-Author ID: 16032082200  
Department of Zoology, Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk  
22B Arciszewskiego Street, Słupsk, 76-200, Poland

<sup>1</sup> Study design, data collection, statistical analysis, manuscript preparation, funds collection.

<sup>2</sup> Data collection.

<sup>3</sup> Data collection.

<sup>4</sup> Study design, statistical analysis, manuscript preparation.



# **INSTRUCTIONS FOR AUTHORS**

**КЕРІВНИЦТВО ДЛЯ АВТОРІВ**



## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The article is presented in the original language (Ukrainian, Polish, English). The deadline for submitting articles is determined by the person responsible for the issue.

**The article must necessarily contain the following elements:** statement of the problem in general form and its connection with important scientific or practical tasks; analysis of the main researches and publications on the raised problem; formulation of the purpose of the article; coverage of the theoretical-methodological and/or experimental research procedure with an indication of research methods; presentation of the main research material with justification of the obtained scientific results; research conclusions and prospects for further scientific research.

The text of the article must be carefully checked and edited by the author. An article that is not designed according to the requirements, with semantic, grammatical or stylistic errors, will not be accepted for publication.

**WARNING!** It is not allowed to use data that was presented in protected dissertation studies, as well as previously published articles.

The approximate length of the article is 10–16 pages of A4 format.

### **Technical requirements for the preparation of the manuscript of the article:**

The manuscript should be submitted in \*.doc or \*.rtf (MSWord) format: font – Times New Roman, keel – 14, line spacing – 1.5 intervals of the computer standard. Margins: top and bottom – 2 cm, right – 1.5 cm, left – 3 cm. Paragraph – 1.0 cm. Pages are not numbered, text is typed without hyphens.

### **Structure of the article:**

1. UDC index, with a paragraph indent, in the upper left corner of the first page.
2. The next line is the name and surname of the author(s) in English.
3. The next line is the title of the article in English, Ukrainian and Polish (if the article is written in Polish) or in English and Ukrainian (if the article is written in Ukrainian), in capital letters, without paragraph indent, centered. The title should be short (no more than 8 words) and reflect the content of the article.
4. The next line is the abstract in English, Polish (if the article is written in Polish) and Ukrainian (with the word «**ABSTRACT**» in the appropriate language, in the center; the text of the abstract is paragraph indented, aligned with the width of the text, single line spacing). The length is **at least 1,800 characters with spaces**. The abstract should contain the following structural elements highlighted in bold text: **purpose of the work, methodology, scientific novelty, conclusions**.
5. The next line is keywords (the phrase «Key words» in bold, paragraph indented, aligned to the width of the text, single line spacing). No more than five keywords.
6. Through the line – the main text of the article according to the structural elements: **statement of the problem, research results, conclusions**.
7. The text of the article should include references to all references. References are given in round brackets with the name(s) of the author(s) in chronological order, for example:
  - one author – Lukash, 2019;
  - two authors – Tkachuk & Zelena, 2020;
  - three authors and more – Kurmakova et al., 2021.Publications without authors are cited in accordance with [APA style](#).

8. Tables, diagrams, figures, diagrams must be author's, not copied from other publications and numbered. They are placed without a paragraph in the center of the page directly after a link to them in the text of the article or on the next page. The word «Table» and its number are written on top aligned to the right, and the name of the table is aligned in the center on the line below. Illustrations (figures, block diagrams, graphs) must be made in one of the graphic editors. Figures can be submitted in color. Flow charts and figures (must be grouped) are additionally provided as separate files in electronic form. Illustrations are signed from the bottom aligned with the center.
9. Formulas and letter designations of quantities are typed in the MathType-Equation editor and presented in text or a separate line without paragraph indent, aligned with the center, numbered with Arabic numerals in round brackets on the right side of the page.
10. After the main text of the article, a list of references is provided. It should contain only those sources to which reference is made in the text. The word «**References**» is written aligned. References are presented in alphabetical order using the Latin alphabet. References that are originally written in languages using the Latin script are presented in the original language, formatted according to [APA style](#) indicating the language of publication in round brackets. References, which are written in the original language with Cyrillic writing, are presented in two paragraphs as follows: first, the translation into English (not transliteration!), formatted according to [APA style](#), and in the second paragraph – in the original language according to [DSTU 8302:2015. Bibliographic reference. General provisions and rules of compilation](#)

For example:

Tkachuk, N. V., & Zelena, L. B. (2022). Biosafety in the formation of professional competences of bachelors from the courses «Microbiology and virology with the basics of immunology» and «Genetics». *Environmental sciences*, 2(41), 41-145. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.24> (in Ukrainian)

Ткачук Н.В., Зелена Л.Б. Біобезпека при формуванні фахових компетенцій бакалаврів з курсів «Мікробіологія і вірусологія з основами імунології» та «Генетика». *Екологічні науки*. 2022. №2(41). С.141-145. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.24>

11. The following signs are used in the text of the article: quotation marks (« »), apostrophe ('), a dash (–) instead of a hyphen (-). A colon (:) is placed without a space.
12. Words, phrases and sentences in the Latin language in the article are highlighted in italics, regardless of the language of the article.

Examples:

... the plant extract was carried out *in vitro* by the Kirby-Bauer disc...

... are important *in vivo* biomarkers for biomonitoring...

Taxa (all) and syntaxa of vegetation are given only in Latin and highlighted in italics. The author(s) of the taxon or syntaxon should be indicated in normal font at the first mention in each structural part of the article (title, abstracts and keywords in any language, the actual text (body) of the article), as well as captions to tables and figures.

If species belonging to one genus are mentioned in the article, and between these mentions there are no mentions of species of other genera, then after the first writing of the full species name, the name of the species should be given further in the text, shortening the name of the genus to the first letter with a dot. This rule applies within any structural part of the article, as well as captions to tables and figures.

An example of writing the Latin names of taxa and syn taxa in one article:

*PLATANUS* L. GENUS IN TRANSCARPATHIA

ПІД *PLATANUS* L. НА ЗАКАРПАТТІ

ABSTRACT

... the coexistence of other *Platanus* L. species... *Picea abies* (L.) Karst.  
 ... the study of the genus *Platanus* in the ... as *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. is a...  
 ... the genus *Platanus* in Transcarpathia will.... *Picea abies*...

The spruce forest communities of the Dnieper part of Eastern Polesie belong to the *Eu-Piceetum* (Cajander 1921) Keilland-Lund 1967 and *Quercu-Piceetum* (Matuszkiewicz 1952) Matuszkiewicz et Polakowska 1955 associations of the *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928 alliance of the *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928 order of the *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 class.

The natural spruce forest of the *Quercu-Piceetum* association...

**Key words:** introduced plants, *Picea abies* (L.) Karst., *Platanus* L., Transcarpathia

АНОТАЦІЯ

... міжвидових гібридів роду *Platanus* L. ...is *Picea abies* (L.) Karst.  
 ... гібриди роду *Platanus* ... *Picea abies*...  
 ... належить до виду *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. і має статусу...

Угрупування ялинових лісів придніпровської частини Східного Полісся належать до асоціацій *Eu-Piceetum* (Cajander 1921) Keilland-Lund 1967 та *Quercu-Piceetum* (Matuszkiewicz 1952) Matuszkiewicz et Polakowska 1955 з союзу *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928 порядку *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928 класу *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939.

Природний ялиник асоціації *Quercu-Piceetum*...

**Ключові слова:** Закарпаття, рослини-інтродуценти, *Picea abies* (L.) Karst., *Platanus* L.

**Formulation of the problem**

In ... two primary progenitors: *Platanus orientalis* L. and *P. occidentalis* L. Additionally, there are several natural hybrid species, including the *P. acerifolia* (Aiton) Willd., *P. cuneata* Willd., *P. digitata* Gord., *P. hispanica* Münchh. and others.

**Results and discussion**

*P. occidentalis* also known simply as «sycamore», ..., *Ficus sycómorus* L., which is ... and even the *Acer pseudoplatanus* L....

...*Platanus orientalis* along with...

**Fig. 1: *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd (photo by Ivan Dzurenko)**

...*P. occidentalis* is notably affected by the fungus *Gloeosporium nervisequum* (Fuckel) Sacc....

... *Eu-Piceetum* (Cajander 1921) Keilland-Lund 1967 association...

**Table. Structure of the *Eu-Piceetum* (Cajander 1921) Keilland-Lund 1967 association**

...*Eu-Piceetum* is formed in an ecotone area ...

... both *Platanus occidentalis* and *P. acerifolia* grew...

... phytocenoses of the *Epilobietea angustifolii* Tx. et Preising ex von Rochow 1951 and *Robinietae* Jurko ex Hadač et Sofron 1980 classes are formed...

**Conclusions**

... Among these species is *P. acerifolia*.

..., phytocenoses of the *Epilobietea angustifolii* class is...

13. After References, information about each author is provided **in English**:

- First line – **Surname, Name [in Ukrainian: Прізвище Ім'я]** <sup>1</sup>[\[i\]](#), position, scientific degree and academic title (if available), e-mail.
- The next line is the mandatory ORCID of the author (the profile must be filled and open for public viewing).
- The next line is the author's ResearcherID (if available), the author's Scopus-AuthorID (if available).
- The next line is an indication of the organization in which the author works.
- The next line is a mandatory indication of the full address of the organization where the author works, indicating the index and country.

14. At the end of the page, the date it was sent to the editorial office of the magazine is indicated.

**The article is accompanied by a list of 2-3 potential reviewers** (PhD and/or Doctors of Sciences who carry out research in a specialty that corresponds to the topic of the material submitted for publication, and are authors (co-authors) of a total of at least three publications in scientific publications included in category «A» and/or category «B» of the List of scientific specialized publications of Ukraine, and /or in foreign publications indexed in the Web of Science Core Collection and/or Scopus databases for the relevant specialty, published within the last five years) with an indication of their place of work, scientific interests, ORCID and Google Scholar, e-mail.

**Submission, publication and access to published articles are free.**

The text of the article and additional materials should be sent by e-mail to the address [lukash2011@ukr.net](mailto:lukash2011@ukr.net) or [bht.journal.nuchc@gmail](mailto:bht.journal.nuchc@gmail.com) (indicate the author's last name in the letter).

**EDITORS OF THE JORNAL ARE NOT RESPONSIBLE FOR THE CONTENT OF THE ARTICLES AND MAY NOT SHARE THE OPINION OF THE AUTHOR!**

[\[i\]](#)<sup>1</sup> Indicate the contribution of the corresponding (1 – first, 2 – second, etc.) author to the publication choosing from the list: 1) study design, 2) data collection, 3) statistical analysis, 4) manuscript preparation, 5) funds collection.

## КЕРІВНИЦТВО ДЛЯ АВТОРІВ

Стаття подається мовою оригіналу (українською, польською, англійською). Терміни подачі статей визначається відповідальним за випуск.

**Стаття обов'язково повинна містити такі елементи:** постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями; аналіз основних досліджень і публікацій з порушеної проблеми; формулювання мети статті; висвітлення процедури теоретико-методологічного та/або експериментального дослідження із зазначенням методів дослідження; виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з дослідження і перспективи подальших наукових розвідок.

Текст статті має бути ретельно перевірений і відредагований автором. Стаття, не оформлена згідно з вимогами, зі смисловими, граматичними чи стилістичними помилками, до друку не приймається.

**УВАГА!** Не допускається використання даних, які було представлено у захищених дисертаційних дослідженнях, а також опублікованих раніше статтях.

Орієнтовний обсяг статті – 10–16 сторінок формату А4.

### Технічні вимоги до оформлення рукопису статті:

Рукопис подавати у форматі \*.doc чи \*.rtf (MSWord): шрифт – Times New Roman, кегель – 14, відстань між рядками – 1,5 інтервалу комп'ютерного стандарту. Поля: верхнє і нижнє – 2 см, праве – 1,5 см, ліве – 3 см. Абзац – 1,0 см. Сторінки не нумеруються, текст набирається без переносів.

### Структура статті:

1. Індекс УДК, з абзацним відступом, у верхньому лівому куті першої сторінки.
2. Наступний рядок – ім'я та прізвище автора (авторів) англійською мовою.
3. Наступний рядок – назва статті англійською, українською та польською (якщо стаття написана польською мовою) або англійською та українською (якщо стаття написана українською мовою), великими буквами, без абзацного відступу, вирівняно центром. Назва має бути короткою (не більше 8 слів) і відобразити зміст статті.
4. Наступний рядок – анотація англійською, польською (якщо стаття написана польською) та українською мовами (із зазначенням слова «**АНОТАЦІЯ**» відповідною мовою, по центру; текст анотації з абзацним відступом, вирівняно шириною тексту, інтервал між рядками одинарний). Обсяг – не менше **1800 символів з пробілами**. Анотація повинна містити виділені жирним текстом наступні структурні елементи: **мета роботи, методологія, наукова новизна, висновки**.
5. Наступний рядок – ключові слова (словосполучення «Ключові слова» напівжирним шрифтом, абзацний відступ, вирівняно шириною тексту, інтервал між рядками одинарний). Не більше п'яти ключових слів.
6. Через рядок – основний текст статті відповідно до структурних елементів: **постановка проблеми, результати дослідження, висновки**.
7. У тексті статті мають бути посилання на всі джерела у списку літератури. Посилання на літературні джерела подаються у круглих дужках з вказанням прізвищ(а) автора(ів) у хронологічному порядку, наприклад:
  - один автор – Lukash, 2019;
  - два автори – Tkachuk & Zelena, 2020;
  - три автори та більше – Kurmakova et al., 2021.Посилання на видання без авторів здійснюється відповідно до правил [APA стилю](#).

8. Таблиці, схеми, рисунки, діаграми повинні бути авторськими, а не скопійованими з інших видань та пронумеровані. Розміщуються без абзацу в центрі сторінки безпосередньо після посилання на них у тексті статті або на наступній сторінці. Слово «Таблиця» та її номер пишуться зверху вирівняно справа, а рядком нижче вирівняно центром – назва таблиці. Ілюстрації (рисунки, блок-схеми, графіки) повинні бути виконані в одному з графічних редакторів. Рисунки можна подавати кольоровими. Блок-схеми та рисунки (повинні бути згруповані) додатково подаються окремими файлами в електронному вигляді. Ілюстрації підписуються знизу вирівняно центром.

9. Формули та буквені позначення величин набираються у редакторі MathType-Equation і подаються в тексті або окремому рядку без абзацного відступу вирівняно центром, нумеруються арабськими цифрами в круглих дужках з правого боку сторінки.

10. Після основного тексту статті подається список літератури. У ньому мають бути лише ті джерела, на які зроблено посилання у тексті. Слово «**References**» пишеться вирівняно. Список посилань на джерела інформації подається у алфавітній послідовності за латиницею. Джерела, які в оригіналі написані мовами, де використовується латинський шрифт, подаються мовою оригіналу, оформленому за [АРА стилем](#). Джерела, які написані у оригіналу мовою з кириличним написанням, подаються двома абзацами таким чином: спочатку переклад англійською мовою (не транслітерація!), оформлений за [АРА стилем](#) із зазначенням мови видання у круглих дужках, а у другому абзаці – мовою оригіналу за [ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання](#)

Наприклад:

Ткачук, N. V., & Zelena, L. B. (2022). Biosafety in the formation of professional competences of bachelors from the courses «Microbiology and virology with the basics of immunology» and «Genetics». *Environmental sciences*, 2(41), 41-145. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.24> (in Ukrainian)

Ткачук Н. В., Зелена Л. Б. Біобезпека при формуванні фахових компетенцій бакалаврів з курсів «Мікробіологія і вірусологія з основами імунології» та «Генетика». *Екологічні науки*. 2022. №2(41). С. 141-145. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.24>

11. У тексті статті вживаються такі знаки: лапки – (« »), апостроф – (’), через пробіл тире (–), а не дефіс (-). Двокрапка (:) ставиться без пробілу.
12. Слова, словосполучення та речення латинською мовою у статті виділяють курсивом, незалежно від мови написання статті.

Приклади:

... the plant extract was carried out *in vitro* by the Kirby-Bauer disc...

... є важливими біомаркерами *in vivo* для біомоніторингу...

Таксони (усі) та синтаксони рослинності наводять лише латинською мовою і виділяють курсивом. Звичайним шрифтом слід наводити автора(-ів) таксону чи синтаксону за першого згадування у кожній структурній частині статті (назві, анотаціях та ключових словах будь-якою мовою, власне тексті (тілі) статті), а також підписах до таблиць та рисунків.

Якщо у статті згадуються види, які належать до одного роду, і між цими згадуваннями немає згадувань видів інших родів, то після першого написання повної видової назви далі у тексті назву виду слід подавати, скорочуючи назву роду до першої літери з крапкою. Це правило застосовується у межах будь-якої структурної частини статті, а також підписів до таблиць та рисунків.



Приклад написання латинських назв таксонів і син таксонів у одній статті:

PLATANUS L. GENUS IN TRANSCARPATHIA  
 ПІД PLATANUS L. НА ЗАКАРПАТТІ

ABSTRACT

... the coexistence of other *Platanus* L. species... *Picea abies* (L.) Karst.

... the study of the genus *Platanus* in the ... as *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. is a...

... the genus *Platanus* in Transcarpathia will.... *Picea abies*...

The spruce forest communities of the Dnieper part of Eastern Polesie belong to the *Eu-Piceetum* (Cajander 1921) Keilland-Lund 1967 and *Quercu-Piceetum* (Matuszkiewicz 1952) Matuszkiewicz et Polakowska 1955 associations of the *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928 alliance of the *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928 order of the *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939 class.

The natural spruce forest of the *Quercu-Piceetum* association...

**Key words:** introduced plants, *Picea abies* (L.) Karst., *Platanus* L., Transcarpathia

АНОТАЦІЯ

... міжвидових гібридів роду *Platanus* L. ...is *Picea abies* (L.) Karst.

... гібриди роду *Platanus* ... *Picea abies*...

... належить до виду *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. і має статусу...

Угруповання ялинових лісів придніпровської частини Східного Полісся належать до асоціацій *Eu-Piceetum* (Cajander 1921) Keilland-Lund 1967 та *Quercu-Piceetum* (Matuszkiewicz 1952) Matuszkiewicz et Polakowska 1955 з союзу *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928 порядку *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928 класу *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939.

Природний ялиник асоціації *Quercu-Piceetum*...

**Ключові слова:** Закарпаття, рослини-інтродуценти, *Picea abies* (L.) Karst., *Platanus* L.

**Formulation of the problem**

In ... two primary progenitors: *Platanus orientalis* L. and *P. occidentalis* L. Additionally, there are several natural hybrid species, including the *P. acerifolia* (Aiton) Willd., *P. cuneata* Willd., *P. digitata* Gord., *P. hispanica* Münchh. and others.

**Results and discussion**

*P. occidentalis* also known simply as «sycamore», ..., *Ficus sycómorus* L., which is ... and even the *Acer pseudoplatanus* L....

...*Platanus orientalis* along with...

**Fig. 1: *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd (photo by Ivan Dzurenko)**

...*P. occidentalis* is notably affected by the fungus *Gloeosporium nervisequum* (Fuckel) Sacc....

... *Eu-Piceetum* (Cajander 1921) Keilland-Lund 1967 association...

**Table. Structure of the *Eu-Piceetum* (Cajander 1921) Keilland-Lund 1967 association**

...*Eu-Piceetum* is formed in an ecotone area ...

... both *Platanus occidentalis* and *P. acerifolia* grew...

... phytocenoses of the *Epilobietea angustifolii* Tx. et Preising ex von Rochow 1951 and *Robinietea* Jurko ex Hadač et Sofron 1980 classes are formed...

**Conclusions**

... Among these species is *P. acerifolia*.

..., phytocenoses of the *Epilobietea angustifolii* class is...

13. Після списку літературних джерел надається інформація про кожного автора **англійською мовою**:

- Перший рядок – **Surname, Name [in Ukrainian: Прізвище Ім'я]** <sup>1</sup>[\[i\]](#), посада, науковий ступень та вчене звання (за наявності), e-mail.
- Наступний рядок – обов'язкове зазначення *ORCID* автора (профіль повинен бути заповнений та відкритий для перегляду громадськості).
- Наступний рядок – зазначення *ResearcherID* автора (за наявності), зазначення *Scopus-AuthorID* автора (за наявності).
- Наступний рядок – зазначення організації, в якій працює автор.
- Наступний рядок – обов'язкове зазначення повної адреси організації, у якій працює автор, з указанням індексу та країни.

14. У кінці сторінки вказується дата її надсилання у редакцію журналу.

**До статті додається список 2-3 потенційних рецензентів** (кандидатів наук та/або докторів наук, які здійснюють дослідження за спеціальністю, що відповідає тематиці поданого для публікації матеріалу, і є авторами (співавторами) загальною кількістю не менше трьох публікацій у наукових виданнях, включених до категорії «А» та/або категорії «Б» Переліку наукових фахових видань України, та/або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus за відповідною спеціальністю, оприлюднених упродовж останніх п'яти років) із зазначенням їх місця роботи, наукових інтересів, ORCID та Google Scholar, e-mail.

**Подання матеріалів, публікація та доступ до опублікованих статей безкоштовно.**

Текст статті і додаткові матеріали надсилати електронною поштою на адресу [lukash2011@ukr.net](mailto:lukash2011@ukr.net) або [bht.journal.nuchc@gmail.com](mailto:bht.journal.nuchc@gmail.com) (у листі вказати прізвище автора).

**РЕДАКЦІЯ ЖУРНАЛУ НЕ НЕСЕ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ЗА ЗМІСТ СТАТЕЙ ТА МОЖЕ НЕ ПОДІЛЯТИ ДУМКУ АВТОРА!**

[\[i\]](#) <sup>1</sup> Вказати внесок відповідного (1 – першого, 2 – другого тощо) автора у публікацію, обравши з переліку: 1) study design, 2) data collection, 3) statistical analysis, 4) manuscript preparation, 5) funds collection.

SCIENTIFIC EDITION

**BHT** 

**Biota. Human. Technology**

International Scientific Journal

**BHT : Biota. Human. Technology** / Національний університет  
«Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка; гол. ред.  
О.В. Лукаш. 2023. №3. 139 с.

Designer – N. Tkachuk

**Photos of the title page** – O. Lukash, N. Tkachuk

Editing – O. Lukash, I. Kurmakova, O. Syza, N. Tkachuk, O. Klimova

Administrator of site – N. Tkachuk

Designer cover – N. Tkachuk

Passed for printing  
28.12.2023 Format A4

Editorial and Publishing Department of T.H. Shevchenko National  
University «Chernihiv Colehium», 53 Hetmana Polubotka Street,  
Chernihiv, 14013, Ukraine

Phone: +38(046)265-1799

nuchk.tipograf@gmail.com