

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ КАРПАТ
МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ВИЩОЇ ОСВІТИ ПОЛЬЩІ
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ ПОМОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ
В СЛУПСЬКУ (ПОЛЬЩА)
ІНСТИТУТ ЛІСОВИХ НАУК ВАРШАВСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ПРИРОДНИЧИХ НАУК (ПОЛЬЩА)
ВРОЦЛАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (ПОЛЬЩА)
УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК У ЛЮБЛІНІ (ПОЛЬЩА)

МОЛОДЬ І ПОСТУП БІОЛОГІЇ

XX МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ І АСПІРАНТІВ
ПРИСВЯЧЕНА 90-РІЧЧЮ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ
ПРОФЕСОРА ОРЕСТА ДЕМКІВА
(ЛЬВІВ, 18-20 КВІТНЯ 2024 РОКУ)

ЗБІРНИК ТЕЗ



Faculty of Biology of Ivan Franko
National University of Lviv



1816
WARSAW
UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
SGGW
Institute of Forest Sciences
Warsaw University of Life Sciences



Uniwersytet
Pomorski
w Słupsku



Institut
Biologii

Uniwersytet Pomorski w Słupsku

Institute of Biology
Pomeranian University in Słupsk



Uniwersytet
Wrocławski

Faculty of Biological Sciences
University of Wrocław



UNIVERSITY
of LIFE SCIENCES
in Lublin

Faculty of Environmental Biology
University of Life Sciences in Lublin



FACULTY
OF ENVIRONMENTAL
BIOLOGY



Institute of Ecology of the
Carpathians NAS of Ukraine

ЛЬВІВ – 2024

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
IVAN FRANKO NATIONAL UNIVERSITY OF LVIV
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF ECOLOGY OF THE CARPATHIANS
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
REPUBLIC OF POLAND
POMERANIAN UNIVERSITY IN SLUPSK (POLAND)
INSTITUTE OF FOREST SCIENCES WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES (POLAND)
UNIVERSITY OF WROCLAW (POLAND)
UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN LUBLIN (POLAND)

YOUTH AND PROGRESS OF BIOLOGY

XX INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
FOR STUDENTS AND PHD STUDENTS
«YOUTH AND PROGRESS OF BIOLOGY»,
DEDICATED TO THE 90TH
ANNIVERSARY OF PROFESSOR OREST DEMKIV,
(LVIV, APRIL 18-20, 2024)

ABSTRACTS



Faculty of Biology of Ivan Franko
National University of Lviv



Uniwersytet
Pomorski
w Slupsku



Instytut
Biologii

Uniwersytet Pomorski w Slupsku

Institute of Biology
Pomeranian University in Slupsk



WARSAW
UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES

Institute of Forest Sciences
Warsaw University of Life Sciences



Uniwersytet
Wroclawski

Faculty of Biological Sciences
University of Wroclaw



Faculty of Environmental Biology
University of Life Sciences in Lublin



FACULTY
OF ENVIRONMENTAL
BIOLOGY



Institute of Ecology of the
Carpathians NAS of Ukraine

LVIV – 2024

УДК 57(043.2)

M75

Молодь і поступ біології: збірник тез доповідей XX Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів (м. Львів, 18-20 квітня 2024 р.). – Львів: Сполом, 2024. – 358 с.

Збірник тез доповідей містить результати наукової роботи студентів і аспірантів України та зарубіжжя. За достовірність викладених наукових даних відповідальність несуть автори.

Для наукових працівників, аспірантів, студентів, що працюють у галузі біології, екології, біотехнології та біомедицини.

Організатори конференції висловлюють подяку за підтримку компанії «Експлоджен», Українсько-американському добродійному фонду «Сейбр-Світло».

Редакційна колегія: Хамар І., Мамчур З., Гончаренко В., Мерлавський В., Цвілинюк О., Драч Ю., Сідак С., Демчук В., Мазур Г., Марців М., Мельник С., Мороз А., Начичко В., Петрин Т., Тарнавська А., Шкоропад О., Ярмолюк І.

Youth and Progress of Biology: Abstracts of XX International Scientific Conference for Students and PhD Students (Lviv, April 18–20, 2024). – Lviv: Spolom, 2024. – p. 358.

Abstracts contain the results of scientific work of students and PhD students from Ukraine and other countries. The authors are responsible for the text and trustworthiness of scientific results.

For scientists, PhD students and students, which work in the field of biology, biotechnology and biomedicine.

The Organizers of the Conference are grateful for the support to company “Explogen LLC”, Ukrainian-American beneficial foundation «Seibr-Svitlo».

Editorial board: Khamar I., Mamchur Z., Honcharenko V., Merlavsky V., Tsvilynyuk O., Drach Y., Sidak S., Demchuk V., Martsiv M., Mazur H., Melnyk S., Moroz A., Nachychko V., Petryn T., Tarnovska A., Shkoropad O., Yarmoliuk I.

- © Львівський національний університет імені Івана Франка, 2024
© Інститут біології Поморського університету в Слупську, 2024
© Інститут екології Карпат НАН України, 2024
© Інститут лісових наук Варшавського університету природничих наук,
2024
© Факультет біологічних наук Вроцлавського університету, 2024
© Факультет біології навколишнього середовища
Університету природничих наук у Любліні, 2024
© Ivan Franko National University of Lviv, 2024
© Institute of Biology of the Pomeranian University in Slupsk, 2024
© Institute of Ecology of the Carpathians NAS of Ukraine, 2024
© Institute of Forest Sciences of the Warsaw University of Life Sciences, 2024
© Faculty of Biological Sciences of the University of Wrocław, 2024
© Faculty of Environmental Biology of the University of Life Sciences in
Lublin, 2024

Голова оргкомітету конференції

Гладишевський Р. академік НАН України, доктор хімічних наук, професор, проректор з наукової роботи Львівського національного університету імені Івана Франка

Співголови оргкомітету конференції

Данилик І. доктор біологічних наук, професор, директор Інституту екології Карпат Національної академії наук України

Осадовський З. професор, доктор габілітований, ректор Поморського університету в Слупську

Оргкомітет

Хамар І. заступник голови оргкомітету, доцент, декан біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка

Мамчур З. доцент, завідувач кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка

Гетманські Т. професор, доктор габілітований, директор Інституту біології Поморського університету в Слупську

Денісов Б. професор, доктор габілітований, завідувач кафедри ботаніки і фізіології рослин, заступник декана факультету біології навколишнього середовища Університету природничих наук у Любліні

Кадей М. професор, доктор габілітований, декан факультету біологічних наук Вроцлавського університету

Славська М. професор, доктор габілітований, керівник незалежного відділу геоматики і просторового господарства Інституту лісових наук Варшавського університету природничих наук

Гончаренко В. доцент, завідувач кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка

Цвілинюк О. доцент, доцент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка

Драч Ю. асистент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка

Сідак С. здобувач ступеня доктора філософії Львівського національного університету імені Івана Франка

Науковий комітет

Бабський А. професор, доктор біологічних наук, завідувач кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка

Гнатуш С. професор, завідувач кафедри мікробіології Львівського національного

університету імені Івана Франка

Гончаренко В. доцент, завідувач кафедри ботаніки, заступник декана біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка з навчально-методичної роботи

Кадей М. професор, доктор габілітований, декан факультету біологічних наук Вроцлавського університету

Кобилецька М.	доцент, завідувач кафедри фізіології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка
Мамчур З.	доцент, завідувач кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
Манько В.	професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин Львівського національного університету імені Івана Франка
Осадовський З.	професор, доктор габлітований, ректор Поморського університету в Слупську
Сибірна Н.	професор, завідувач кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
Славська М.	професор, доктор габлітований, керівник незалежного відділу геоматики і просторового господарства Інституту лісових наук Варшавського університету природничих наук
Ткаченко Г.	професор, завідувач кафедри біології, заступник директора Інституту біології Поморського університету в Слупську
Федоренко В.	професор, завідувач кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка
Царик Й.	професор, завідувач кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
Секретаріат	
Драч Ю.	голова секретаріату, асистент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
Сідак С.	здобувач ступеня доктора філософії Львівського національного університету імені Івана Франка
Демчук В.	інженер лабораторії математичних методів в біології Львівського національного університету імені Івана Франка
Мазур Г.	доктор філософії, доцент кафедри фізіології людини і тварин Львівського національного університету імені Івана Франка
Марців М.	доктор філософії, асистент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
Мельник С.	здобувач ступеня доктора філософії Львівського національного університету імені Івана Франка
Мороз А.	здобувач ступеня доктора філософії Львівського національного університету імені Івана Франка
Петрин Т.	здобувач ступеня доктора філософії Львівського національного університету імені Івана Франка
Тарновська А.	доцент кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка
Шкоропад О.	здобувач ступеня доктора філософії

- Ярмолюк І. завідувач міждисциплінарної навчальної лабораторії віртуальних методів у біології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Рецензенти**
- Антоняк Г. д.б.н., професор кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Бокотей А. д.б.н., професор кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Бродяк І. к.б.н., доцент кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
- Бура М. к.б.н., доцент кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка
- Галушка А. к.б.н., доцент кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Гарасим Н. к.б.н., доцент кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка
- Гачкова Г. к.б.н., доцент кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
- Генега А. к.б.н., доцент кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка
- Гнатина О. к.б.н., доцент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Гнатуш С. к.б.н., професор, завідувач кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Гончаренко В. к.б.н., доцент, завідувач кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка
- Джура Н. к.б.н., доцент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Дика М. к.б.н., доцент кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка
- Дикий І. к.б.н., доцент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Драч Ю. асистент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Звір Г. к.б.н., доцент кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Капрусь І. д.б.н., професор кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
- Кобилецька М. к.б.н., доцент, завідувач кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка
- Леснік В. асистент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка

Макар О.	доктор філософії, асистент кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка
Мамчур З.	к.б.н., доцент, завідувач кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
Мамчур О.	к.с.-г.н., доцент кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка
Манько В.	д.б.н., професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин Львівського національного університету імені Івана Франка
Масловська О.	к.б.н., доцент кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка
Мерлавський В.	к.б.н., доцент кафедри фізіології людини і тварин Львівського національного університету імені Івана Франка
Мороз О.	к.б.н., доцент кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка
Нагалєвська М.	к.б.н., доцент кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
Начичко В.	к.б.н., доцент кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка
Перетятко Т.	к.б.н., доцент кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка
Рагуліна М.	к.б.н., доцент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка, науковий співробітник Державного природознавчого музею НАН України (Львів)
Решетило О.	к.б.н., доцент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
Романюк Н.	к.б.н., доцент кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка
Сабадашка М.	к.б.н., доцент кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
Стасик О.	к.б.н., доцент кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
Тарновська А.	к.б.н., доцент кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка
Федоренко В.	д.б.н., професор, завідувач кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка
Цвілинюк О.	к.б.н., доцент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
Шалай Я.	к.б.н., доцент кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка
Шидловський І.	к.б.н., доцент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
Яворська Г.	к.б.н., доцент кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка

Head of the Organizing Committee

Gladyshevskii R. academician of the NAS of Ukraine, doctor of chemistry, professor, vicerektor for research of Ivan Franko National University of Lviv

Co-heads of the Organizing Committee

Danylyk I. director the Institute of Ecology of the Carpathians NAS of Ukraine

Osadowski Z. Dr. hab., professor, rector of Pomeranian University in Slupsk

Organizing Committee

Khamar I. vice-head of the Organizing Committee, PhD, associate professor, dean of the Faculty of Biology of Ivan Franko National University of Lviv

Denisow B. Dr. hab., professor, head of Botany and Plant physiology Department, vicedean of the Faculty of Environmental Biology of the University of Life Sciences in Lublin

Hetmanski T. Dr. hab., professor, director of the Institute of Biology of Pomeranian University in Slupsk

Mamchur Z. PhD, associate professor, head of the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv

Kadej M. Dr. hab., professor, dean of the Faculty of Biological Sciences of the University of Wrocław

Sławska M. Dr. hab., professor at the Department of Geomatics and Land Management, Institute of Forest Sciences, Warsaw University of Life Sciences

Honcharenko V. PhD, associate professor, head of the Department of Botany, vice-dean of the Faculty of Biology of Ivan Franko National University

Tsvilynyuk O. PhD, associate professor at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv

Drach Y. lecturer at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv

Sidak S. PhD student of Ivan Franko National University of Lviv

Scientific Committee

Babsky A. doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Biophysics and Bioinformatics of Ivan Franko National University of Lviv

Fedorenko V. doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Genetics and Biotechnology of Ivan Franko National University of Lviv

Hnatush S. PhD, professor, head of the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv

Honcharenko V. PhD, associate professor, head of the Department of Botany, vice-dean of the Faculty of Biology of Ivan Franko National University

Kadej M. dr hab., profesor, dean of the Faculty of Biological Sciences University of Wrocław

Kobyletska M. PhD, associate professor, head of the Department of Plants Physiology and Ecology of Ivan Franko National University of Lviv

- Mamchur Z. PhD, associate professor, head of the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Manko V. doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Human and Animals Physiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Osadowski Z. Dr. hab., professor, rector of Pomeranian University in Slupsk
- Sybirna N. doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv
- Sławaska M. dr hab., profesor of the Department of Geomatics and Land Management, Institute of Forest Sciences, Warsaw University of Life Sciences
- Tkachenko H. dr. hab., professor, head of the Department of Biology, vice-director of the Institute of Biology of Pomeranian University in Slupsk
- Tsaryk Y. doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv

Secretariat

- Drach Y. head of the secretariat, lecturer at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Sidak S. PhD student of Ivan Franko National University of Lviv
- Demchuk V. engineer at the Laboratory of Mathematic Methods in Biology of Ivan
- Martsiv M. PhD, lecturer at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
- Mazur H. PhD, associate professor at the Department of of Human and Animals Physiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Melnyk S. PhD student of Ivan Franko National University of Lviv
- Moroz A. PhD student of Ivan Franko National University of Lviv
- Nachychko V. PhD, associate professor of the Department of Botany of Ivan Franko National University of Lviv
- Petryn T. PhD student of Ivan Franko National University of Lviv
- Tarnovska A. PhD, associate professor at the Department of Biophysics and Bioinformatic of Ivan Franko National University of Lviv
- Shkoropad O. PhD student of Ivan Franko National University of Lviv
- Yarmoliuk I. head of the Interdisciplinary Educational Laboratory of Virtual Methods in Biology of Ivan Franko National University of Lviv

Reviewers

- Antonyak H. doctor of biological sciences, professor of the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Bokotey A. doctor of biological sciences, professor of the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
- Brodyak I. PhD, associate professor at the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv
- Bura M. PhD, associate professor at the Department of Biophysics and Bioinformatics of Ivan Franko National University of Lviv

- Dykyy I. PhD, associate professor at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
- Drach Y. lecturer at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Dzhura N. PhD, associate professor at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Fedorenko V. doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Genetics and Biotechnology of Ivan Franko National University of Lviv
- Hachkova H. PhD, associate professor at the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv
- Halushka A. PhD, associate professor at the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Harasym N. PhD, associate professor at the Department of Biophysics and Bioinformatics of Ivan Franko National University of Lviv
- Heneha A. PhD, associate professor at the Department of Biophysics and Bioinformatics of Ivan Franko National University of Lviv
- Hnatyna O. PhD, associate professor at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
- Hnatush S. PhD, professor, head of the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Honcharenko V. PhD, head of the Department of Botany, vice-dean of the Faculty of Biology of Ivan Franko National University
- Kaprus I. doctor of biological sciences, professor of the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Kobyletska M. PhD, head of the Department of Plant Physiology and Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Lesnik V. lecturer at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
- Mamchur O. PhD, associate professor at the Department of Plant Physiology and Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Mamchur Z. PhD, associate professor, head of the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Manko V. doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Human and Animals Physiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Maslovska O. PhD, associate professor of the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Makar O. PhD, lecturer at the Department of Plant Physiology and Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Melnyk S. PhD student at the Department of Genetics and Biotechnology of Ivan Franko National University of Lviv
- Merlavsky V. PhD, associate professor of the Department of Human and Animals Physiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Moroz O. PhD, associate professor of the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Nachychko V. PhD, associate professor of the Department of Botany of Ivan Franko National University of Lviv

- Nagalievskа M. associate professor at the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv
- Peretyarko T. PhD, associate professor of the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Ragulina M. PhD, associate professor at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Reshetylo O. PhD, associate professor at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
- Romanyuk N. PhD, associate professor at the Department of Plant Physiology and Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Sabadashka M. PhD, associate professor at the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv
- Shalai Y. PhD, associate professor at the Department of Biophysics and Bioinformatics of Ivan Franko National University of Lviv
- Shydlovskyy I. PhD, associate professor at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
- Stasyk O. PhD, associate professor at the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv
- Tarnovska A. PhD, associate professor at the Department of Biophysics and Bioinformatic of Ivan Franko National University of Lviv
- Tsvilynyuk O. PhD, associate professor at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
- Yavorska H. PhD, associate professor of the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv
- Zvir G. PhD, associate professor of the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ	14
БІОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА	27
БІОФІЗИКА	40
БІОХІМІЯ	57
БОТАНІКА ТА ІНТРОДУКЦІЯ РОСЛИН	106
ГЕНЕТИКА ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ	136
ЕКОЛОГІЯ	188
ЗООЛОГІЯ	230
МІКРОБІОЛОГІЯ, ВІРУСОЛОГІЯ ТА ІМУНОЛОГІЯ	237
МОЛЕКУЛЯРНА ТА КЛІТИННА БІОЛОГІЯ	280
ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН	289
ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН, БІОМЕДИЦИНА	313
АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК	351

CONTENTS

PLENARY LECTURES	14
BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL EDUCATION	27
BIOPHYSICS	40
BIOCHEMISTRY	57
BOTANY AND PLANTS INTRODUCTION	106
GENETICS AND BIOTECHNOLOGY	136
ECOLOGY	188
ZOOLOGY	230
MICROBIOLOGY, VIROLOGY AND IMMUNOLOGY	237
MOLECULAR AND CELL BIOLOGY	280
PLANT PHYSIOLOGY	289
HUMAN AND ANIMALS PHYSIOLOGY, BIOMEDICINE	313
INDEX OF AUTHORS	351

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ PLENARY REPORTS

Лобачевська О.

ЖИТТЄВИЙ ТА НАУКОВИЙ ШЛЯХ О.Т. ДЕМКІВА (1934–2015)

*Інститут екології Карпат НАН України
вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79026, Україна
e-mail: ecomorphogenesis@gmail.com*

Lobachevska O. LIFE AND SCIENTIFIC PATH OF O.T. DEMKIV (1934–2015). Orest Teodorovych Demkiv (1934–2015) – doctor of biological sciences, professor, a well-known scientist-bryologist in Ukraine and abroad, a former head of Department of Plant ecomorphogenesis of Institute of Ecology of the Carpathians of National Academy of Sciences of Ukraine. He paid a lot of attention to the careful study of the peculiarities of apical growth, orientation of dichroic molecules of photoreceptors, branching of protonemata cells, differentiation of buds and formation of organs of vegetative reproduction. As a devoted, tireless scientist, who through daily hard work, O. Demkiv made a significant contribution to the development of mosses morphogenesis in Ukraine and educated his followers, which continue to develop promising bryological research.

Орест Теодорович Демків народився 27 квітня 1934 році в селі Дуб’є Бродівського району Львівської області. Його дитинство припало на важкі воєнні та повоєнні роки селянської багатодітної сім’ї, проте життєві негаразди лише зміцнили характер хлопця і вміння не здаватися перед труднощами, виховали наполегливість і силу волі у ставленні до обов’язків та досягненні поставленої мети. У 1953 році Орест Теодорович вступив на фізичний факультет Львівського державного університету імені Івана Франка, який закінчив з відзнакою у 1957 році. Спочатку О.Т. Демків працював інженером у радіобіологічній лабораторії університету, а з 1961 року – молодшим науковим співробітником у відділі ботаніки Львівського природознавчого музею АН УРСР. Від 1964 р. до 1991р. у Львівському відділенні Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного АН УРСР.

У 1967 році О.Т. Демків захистив кандидатську дисертацію “Нагромадження радіоактивних ізотопів гірськими рослинами” (керівник – член–кореспондент АН УРСР, доктор біологічних наук, професор Андрій Созонтович Лазаренко). Дослідження проводилися протягом 1961–1965 рр. в районі Чорногірського хребта на висоті 1000–2000 м.н.р.м. Результати проведених досліджень дали можливість кількісно і якісно оцінити закономірності міграції радіоактивних

стронцію–90, цезію–137, церію–144 у послідовних ланках їх переміщення в системі: опади – ґрунт – рослини. Було встановлено динаміку та рівень нагромадження радіоактивності в кормових рослинах у гірських умовах, з’ясовано вплив різних факторів на темпи міграції радіоактивних уламків поділу та оцінено їх небезпеку в районі з підвищеним радіаційним фоном.

У 1965 р. під керівництвом А.С. Лазаренка у лабораторії експериментальної морфології АН УРСР розпочинаються оригінальні дослідження морфогенезу та механізмів формотворчих процесів мохоподібних. А.С. Лазаренко, окрім відділу ботаніки Науково-природознавчого музею АН УРСР (1959–1970 рр.), очолював лабораторію експериментальної морфології АН УРСР (1963–1970 рр.). Творча співпраця з Андрієм Созонтовичем стала вирішальною у зміні напрямку подальшої наукової діяльності О.Т. Демківа. Ґрунтовні знання з фізики посприяли урізноманітненню експериментальних підходів у дослідженні участі фізичних і хімічних факторів в реалізації онтогенезу мохів, активності, розподілу і ритмічності клітинної диференціації та фото– і гормональної регуляції росту. Завдяки нитчастій будові, чіткому розмежуванню окремих фаз розвитку та легкості стерильного вирощування в контрольованих умовах протонема мохів стала зручним об’єктом досліджень на клітинному рівні. На одностійчій протонемі досліджувалися не лише морфогенетичні прояви, корелятивні взаємозв’язки між клітинами протонемі та їх модифікації в процесі розвитку моху, а й внутрішньоклітинна організація формотворчих процесів. Багато уваги було приділено ретельним дослідженням особливостей апікального домінування, орієнтації дихроїчних молекул фоторецепторів, галуження клітин протонемі, диференціації та закладання бруньок, формування органів вегетативного розмноження.

Після смерті А.С. Лазаренка у 1979 році Орест Теодорович Демків став завідуючим відділом експериментальної морфології АН УРСР (від 1991 р. екоморфогенезу рослин Інституту екології Карпат НАН України) і в 1980 році захистив докторську дисертацію на тему “Функціональна організація морфогенезу гаметофіту мохів”. У 1997 році йому присвоєно звання професора.

При дослідженні формотворчих процесів Орест Теодорович застосовував принципи системного підходу. Паралельно з визначенням швидкості росту й галуження молодої протонемі, вирощеної при різних умовах освітлення, детально аналізував ритмічність змін концентрації цитоплазматичної РНК і загального білка, розмір ядер і ядерець та оптичну густину хлорофілу. На основі дослідження механізмів переносу барвників (катіонного акридинового оранжевого та аніонного ураніну) через клітинну мембрану та впливу фізіологічно–активних речовин (інгібітора дихання фтористого натрію і індолілоцтової кислоти) на цей процес встановлює

явище біоелектричної полярності, мембранного транспорту, відзначивши важливу роль в явищах полярності фітогормонів, а саме виникнення їх градієнту вздовж ростової осі. Одержані результати дали підстави вважати, що контрольована фітохромом біоелектрична полярність клітин меристемного типу може бути ефективним морфогенетичним фактором, який визначається внутрішньоклітинною організацією метаболізму: ритмічністю клітинних поділів та активацією/деактивацією процесів метаболізму. Галуження інтеркалярних клітин – це багаторазовий процес, який ритмічно повторюється і визначається часом, що проходить між закладанням латеральних галужень і поділами ядра апікальної клітини. Вчений встановив, що у протонемі *Funaria hygrometrica* Hedw. кожне наступне галуження інтеркалярних клітин здійснюється через 3–4 поділи апікальної клітини.

Підсумком багаторічних досліджень цього періоду стала монографія О.Т. Демківа “Морфогенез архегоніат” (1985 р.), у якій вперше детально були представлені процеси утворення концентраційних та метаболічних градієнтів, що визначають полярність внутрішньоклітинних структур. Основна цінність книги за словами її редактора доктора біологічних наук, професора В.І. Кефелі полягає в тому, що вона містить не імперично підібраний експериментальний матеріал, а чітку теорію експериментального морфогенезу архегоніат.

Вагомі, неординарні досягнення О.Т. Демківа у галузі морфогенезу та функціональних зв'язків між фотоморфогенезом і тропізмами мохів набули блискучого втілення у моделюванні космічних біологічних експериментів з мохами. Він став одним із лідерів виконання експериментів на російських біосупутниках “Біон–11” і “Фотон”, а згодом і українсько–американської програми “Shuttle'97”. Експерименти, виконані з *Pottia intermedia* і *Ceratodon purpureus* в умовах мікрогравітації, дали можливість встановити тонку структуру протонемних апікальних клітин, природу взаємодії світла та гравітації у тропізмах, морфогенезі бруньок гаметофорів та з'ясувати механізми спірального росту на основі змін ростових показників біоелектричної полярності, організації цитоскету та розміщення целюлозних мікрофібрил апікальних клітин залежно від впливу гравітації.

О.Т. Демків – автор двох монографій і понад 200 публікацій у вітчизняних і закордонних журналах. Багато сил і енергії вчений приділяв підвищенню професійності своїх учнів та їх наукового рівня. Під його керівництвом десять співробітників відділу й аспірантів захистили кандидатські дисертації. Як вдумливий науковець та невтомний дослідник О.Т. Демків щоденною наполегливою працею ініціював перспективні напрямки досліджень, нові творчі задуми та наукові ідеї, які досі успішно розвиваються широким колом його учнів та співробітників відділу.

Гедзюк В.**МИГРАЦІЇ МАРТИНІВ ЗВИЧАЙНИХ *CHROICOCEPHALUS
RIDIBUNDUS* РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: ornitolog@gmail.com*

Hedzyuk V. MIGRATION OF BLACK-HEADED GULLS *CHROICOCEPHALUS RIDIBUNDUS* IN RIVNE OBLAST. 472 individuals of Black-headed Gull were ringed. 306 recoveries of 163 individuals from 20 countries were received. Black-headed Gulls from Rivne oblast migrate to the west. Two main migration ways were distinguished. Distribution of wintering places are scattered from Spain in the west and Malta in the south to Poland in the north and east.

Мігруючі птахи є відмінною моделлю для дослідження впливу антропогенних факторів. Окрім пристосування до безпосереднього впливу людини та проявів різних рівнів синантропізації, птахи можуть реагувати на глобальні зміни, змінюючи у відповідь свої зимуючі та гніздові ареали, шляхи міграції, фенологічні показники. Дослідження цих особливостей, а також впровадження моніторингу за цими показниками, є важливим завданням орнітології сьогодення.

Метою роботи було дослідити зимові міграції мартина звичайного *Chroicocephalus ridibundus* Малоого Полісся. Дослідження проводили у період з 2016 по 2022 рр. методом кільцювання та реєстрації номерів кілець. Кільцювання проводилось на Рівненському полігоні твердих побутових відходів (50.65 N, 26.30 E) та на затопленому кар'єрі поблизу міста Здолбунів (50.51 N, 26.28 E).

За час проведення дослідження закілцьовано 472 особини мартина звичайного. Також було здійснено 292 фіксації 185 особин мартина звичайного, закілцьованих за кордоном. Реєстровані птахи були закілцьовані в 14 різних країнах, більшість з них – під час зимівлі у Хорватії (дані зі зворотів Українського центру кільцювання).

Міграція мартина звичайного на зимівлю спрямована у західному напрямку. Отримано 306 зворотів від 163 закілцьованих птахів. Закілцьованих нами птахів реєстрували на території 20 країн. Більшість так званих «зворотів» була з території України – 117, з яких 116 – наші знахідки в безпосередній близькості до місця кільцювання. Серед інших країн найбільше зворотів отримано з Польщі – 45. Лише один зворот було отримано східніше місця кільцювання – поблизу с. Нова Чорторя (50.02 N, 27.69 E) Житомирської області. Найбільшу відстань подолав птах з кільцем U735, закілцьований 09.06.2018 на кар'єрі пташенням і зафіксований 25.12.2018 у португальському місті Віла-ду-Конде (41.34 N, 8.74 W).

Найпівнічніша знахідка – 03.08.2020 зафіксована у Дубліні, Ірландія (53.32 N, 6.43 W). Найпівденніша – заповідник Salina Nature Reserve в Мальті (35.94 N, 14.42 E)

Результати досліджень свідчать про два шляхи міграції мартинів звичайних стосовно Альпійських гір: південний – через Угорщину до Італії; північний – через Польщу і Німеччину до Швейцарії, Франції та Іспанії. Єдиної стратегії зимування у мартинів не простежено – частина птахів зимує у Польщі (найближче місце фіксації на зимівлі – поблизу м. Люблін (51.18 N, 22.52 E), 285 км), Німеччині, Швейцарії, Чехії, тоді як інші долітають до західного узбережжя Іспанії або крайнього півдня Італії

Mytsak O., Kaprus' I.

PECULIARITIES OF COLLEMBOLA POPULATION IN BOG ECOSYSTEMS OF THE INTERNATIONAL BIOSPHERE RESERVE “ROZTOCHYA”

*Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskoho St., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: oleg_mytsak@ukr.net*

The Roztochya International Biosphere Reserve is located in the Roztochya region on the border of Poland and Ukraine. One of the main objectives of this bilateral reserve is to preserve the diversity of wildlife. Due to the large-scale hydrotechnical reclamation of boglands and the peat industry, it is crucial to study and protect the diversity of living organisms in bog ecosystems. Collembola is an important element of soil flora and fauna, characterized by significant diversity in terms of taxonomic and ecological indicators, it plays an important role in the decomposition of organic matter and contributes to the stable functioning of various types of ecosystems. Bog ecosystems are unique shelters for peat organisms and special habitats for many rare species of plants and animals that are often not found elsewhere, so their study is of great importance.

Field studies of collembola were conducted in 2020-2022 at eight sites of bog ecosystems using standard methods of soil and zoological research.

As a result of the research, 67 species of collembola belonging to 43 genera and 12 families were identified. This makes up 22.5% of the collembolofauna of the broad-leaved forest zone of Ukraine and 35.5% of the collembolofauna of the Roztochya (Kaprus, 2013). Therefore, it can be concluded that a characteristic feature of the bog taxa of the reserve Roztochya collembola is their great specificity in terms of taxonomic and ecological structure. Significant differences in the studied taxa are primarily related to species composition, population density, dominance structure, as well as the representation of biotopic groups and life forms of collembola.

An average of 6 species were found in one soil sample, indicating a low capacity of the soil environment for collembola in the Roztochya bog ecosystems

compared to forest and meadow ecosystems. The studied taxa of collembola are characterized by small and medium population densities ranging from 0.25 to 9.1 thousand individuals/m².

Rare and unique species of soil animals are a valuable resource for ecology and nature conservation. They indicate the history of the region's fauna, the degree of naturalness of individual taxa and ecosystems in general, as well as the potential of soils to reproduce future biotic composition. These species can serve as biomarkers of the conservation value of soil biota in certain edaphotopes. According to the classification (Kaprus and Goblyk 2015), the uniqueness of the collembolofauna is 14.9%. Ten species of collembola are classified into five categories of rare species, of which three are new to the collembolofauna and one is new to the continental part of Ukraine.

It has been found that the group of massive includes from 4 to 10 species, which account for 92% of the number of studied taxa, indicating a high level of dominance by several species compared to rare ones.

In bog ecosystems, a mixed taxon of collembolas is observed, where none of the biotopic groups exceeds 40% of the total number. These mixed taxa are often characteristic of ecosystems with anthropogenic impact, probably due to the limited space they occupy and the bordering with forest and meadow vegetation types.

Roman I., Fedorenko V., Gromyko O.

THE ROLE OF ACTINOMYCETES IN PLANT ADAPTATION
TO ENVIRONMENTAL FACTORS

*Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskoho Str., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: ivan.roman@lnu.edu.ua*

Bacteria of the class *Actinomycetota* are an important component of the soil microbiome, which participates in nutrient cycling (Salwan et al., 2018). They are producers of various hydrolytic enzymes that provide energy conversion in ecosystems and play an important role in bioremediation and soil restoration processes (Bhatti et al., 2017). Actinomycetes are producers of many secondary metabolites, including siderophores, phytohormones, and antibiotics. Long-term co-evolution with plants has stimulated the development of abilities that improve plant mineral nutrition and can reduce the negative effects of stress, which, together with the ability to synthesize antibiotics, makes them important for supporting plant growth and development (Elshafie et al., 2022). These features make actinomycetes promising organisms for studying their effects on plants. Actinomycetes-based products are already available on the market: Actinovate® and Mycostop®, which contain spores and mycelium of *Streptomyces lydicus* WYEC 108 or *Streptomyces* sp. K61, respectively. These products are effective in combating fungal diseases in plants (Elshafie

et al., 2022). In addition, actinomycetes can synthesize compounds that exhibit phytohormone-like properties and boost plant growth, especially under stressful conditions. For example, pteridic acids can stimulate plant growth when exposed to drought or salinity (Yang et al., 2023). Growth-stimulating effects have also been demonstrated for chloropyrroles (Liu et al., 2022), microbisporfurans (Harunari et al., 2023), and trehangelins (Lu et al., 2022).

In view of the above, actinomycetes and their interaction with plants remain an important element of biocenoses. Further research in this area will allow us to identify new producers of antibiotics, fungicides, and phytohormones. These bacteria can become the basis for the development of modern fertilizers and play a role in the development of sustainable agriculture.

Gradziuk M.^{1,2}, Tkaczenko H.², Kurhaluk N.²

APHERESIS AS A DRUG-FREE TREATMENT FOR CHRONIC DISEASES

*¹Regional Centre for Blood Donation and Blood Treatment
named after John Paul II in Słupsk, Słupsk, Poland;*

*²Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk
22a Arciszewskiego Str., 76-200 Słupsk, Poland;*

e-mail: gosiagra@op.pl, halina.tkaczenko@upsl.edu.pl, natalia.kurhaluk@upsl.edu.pl

Apheresis, a medical procedure often used to remove specific components from a patient's blood, is emerging as a promising drug-free treatment for chronic diseases. The process of apheresis involves separating blood components, such as plasma or specific cells, from the rest of the blood and then returning the remaining components to the patient's circulation. This selective removal enables the elimination of harmful substances or factors that contribute to the progression of chronic diseases (Vrieling and Neyrinck, 2023). Bloodletting was used successfully by doctors in ancient Greece to treat many diseases. At a time when bloodletting was losing its popularity in medicine, i.e. at the beginning of the 20th century, a new blood collection technique called apheresis was born and quickly found application in medicine (Weinberg, 1994; Schneeberg, 2002; Thomas, 2014). The term apheresis comes from the Greek and means removal or separation. In the apheresis process, blood is collected and separated, the selected blood component is retained, and the remaining blood components are returned to the person undergoing the procedure. There are two main types of apheresis: plasmapheresis, where plasma is collected, and cytopheresis, where cellular blood components are collected (Korsak and Łętowska, 2009; Mariano, 2017; Vrieling and Neyrinck, 2023).

The first attempts to use therapeutic apheresis took place in the 1950s, when a manual plasmapheresis method was used to reduce excessive blood viscosity in a patient with myeloma (Mann et al., 2016). However, it was not until the 1970s, with the development of apheresis machines called separators, that there was a significant increase in interest in treating patients with these methods (Kambic

and Nosé, 1993; Szczepiorkowski, 2020). Separators use centrifugation or filtration to separate blood into its components. Like bloodletting, apheresis was initially used for therapeutic purposes, but over time it was also used to obtain blood components for medicine (Korsak and Łętowska, 2009). Both bloodletting and therapeutic apheresis are currently used successfully in many patients to remove or reduce the concentration of a pathological factor in the blood (Wehrli, 2011; Dierickx and Macken, 2015; Perotti et al., 2018; de Back et al., 2019).

In the Middle Ages, bloodletting was performed in a variety of ways, including puncturing or cutting a vein, using air-filled glass bulbs placed at the site of the cut vein, or, more commonly, using leeches (Thomas, 2014). Today, the procedure is the same as that used to donate whole blood or blood components (using separators) for clinical use (Vrieling and Neyrinck, 2023). Currently, the main use of bloodletting is in the treatment of haemochromatosis, where the use of repeated bloodletting in the treatment of this disease was described as early as 1950. Currently, the treatment of choice for haemochromatosis is 500 mL of bloodletting every 1-2 weeks to remove excess iron that has already accumulated in the body. Each 500 mL blood donation provides about 250 mg of iron. Once the ferritin concentration in the body has been reduced to below 50-100 ng/mL, only supportive care is used, with less frequent infusions, usually every 2-4 months. Current guidelines for the treatment of haemochromatosis with bloodletting are largely based on the results of observational studies and expert opinion (Rosiek, 2019; Padmanabhan et al., 2019; Connelly-Smith et al., 2023).

One of the major advantages of apheresis is its ability to target specific components involved in the pathogenesis of various diseases, including autoimmune, neurological and metabolic disorders. By removing these factors from the bloodstream, apheresis can alleviate symptoms and potentially halt disease progression. Since its invention, apheresis has been used experimentally in many diseases; in fact, there is no disease for which this treatment has not been tried (Chen et al., 2020). Therapeutic plasmapheresis is a procedure that separates plasma from blood cells (El-Ghariani and Unsworth, 2006). It is an extracorporeal procedure in which the patient's blood is passed through a filter that separates the plasma from the morphotic elements of the blood and then removes them along with the pathogenic factors. The removed plasma is replaced with fresh frozen plasma or albumin solution. The primary goal of therapeutic plasmapheresis is to remove pathogens from the patient's blood that play a key role in the pathophysiology of the disease process (Bartges, 1997; Youngblood et al., 2013; Altobelli et al., 2023). Their removal can lead to the disappearance of symptoms and prevent organ damage. Such particles removed during therapeutic plasmapheresis include: autoantibodies, alloantibodies, immune complexes, endotoxins, exotoxins, lipoproteins, protein-bound substances (Nakanishi et al., 2014; Fernández-Zarzoso et al., 2019). The number of therapeutic plasmapheresis treatments that should be performed depends on the characteristics of the substance

that needs to be removed from the body. In most cases, 3 to 5 treatments are given at 24–48 hour intervals (Serednicki et al., 2019). Plasmapheresis is a therapeutic procedure that can remove pathogens quickly and effectively, so there are many indications for its use (Altobelli et al., 2023).

In addition to removing pathological antibodies such as toxins, lipoproteins, inflammatory mediators, endotoxins, immune complexes, etc., these treatments have other beneficial effects. These include improving the function of the reticuloendothelial system, stimulating the lymphocyte population and improving their cytotoxicity, and allowing large volumes of plasma to be replenished without the risk of fluid overload (Linenberger and Price, 2005; McLeod, 2012). Therapeutic plasmapheresis is most commonly used in neurological, immunological and haematological disorders (Kiprov and Hofmann, 2003; Cortese and Cornblath, 2013; Varol et al., 2022). In intensive care units, it is most often used in diseases associated with respiratory and circulatory failure, where the involvement of one or more pathological factors, which can be eliminated during this procedure, is documented (Láinez-Andrés et al., 2015; Serednicki et al., 2019). As a result of the use of plasmapheresis, the patient's blood is mechanically cleansed of pathological plasma components (Nand, 1997; Ward, 2011; Wiśniewska, 2018).

Therapeutic cytapheresis is a group of procedures in which individual cellular elements are separated from the patient's whole blood, regardless of the method of separation. Individual cell lines are removed and a replacement fluid is administered in their place, as needed. This group includes the following procedures: erythrocytapheresis, leukocytapheresis and finally thrombocytapheresis (Yokoyama et al., 2017; Kędzierska-Kapuza et al., 2019; Coffe et al., 2020). These procedures are most commonly used to remove cellular components from the patient's blood that are involved in the pathogenesis of the disease process (Norgan et al., 2018). These are most commonly leukocytes, and less commonly red blood cells or platelets. Leukapheresis is most commonly used to reduce excess leukocytes in patients with leukaemia, especially those with acute leukaemia who experience symptoms such as visual disturbances, neurological or pulmonary complications (Korsak and Łętowska, 2009; Becker, 2013; Coffe et al., 2020).

Thrombapheresis is used less frequently, most commonly to reduce platelet counts in patients with thrombocytopaenia (platelet count above 1000×10^9), such as essential thrombocytopaenia, polycythemia or chronic myeloid leukaemia (Coffe et al., 2020). Most patients with thrombocytopenia respond well to pharmacological treatment; therapeutic thrombapheresis is reserved for patients with acute thrombotic or bleeding complications and for high-risk patients with very high platelet counts. It allows a very rapid reduction in the number of platelets in the patient's body (Hauser et al., 2009; Korsak and Łętowska, 2009; Coffe et al., 2020).

Therapeutic erythropheresis is most commonly used to replace the removed red blood cells with blood cells from a healthy donor (Parra Salinas et al., 2020). Most treatments are performed in patients with sickle cell anaemia, but other applications include parasitic infections of red blood cells, such as severe malaria or babesiosis, where the treatment aims to remove circulating parasites from the body (Korsak and Łętowska, 2009).

Extracorporeal photopheresis is a procedure in which isolated elements of the patient's blood, most often leukocytes, are exposed to ultraviolet radiation of an appropriate length, most often UVA, after the addition of 'sensitising' and photoactive ingredients (Hsieh and Cortés, 2018; Kędzierska-Kapuza et al., 2019). These leukocytes are then transfused back into the patient. Photopheresis is mainly used in the treatment of cutaneous T-cell lymphoma (Aires and Abhyankar, 2023), but may also be helpful in clinical conditions such as graft-versus-host disease (Drexler et al., 2020; Asensi Cantó et al., 2023) or heart transplant rejection (Patel et al., 2015; Savignano et al., 2017; Slomovich et al., 2021).

Currently, there are no specialised centres in Poland, similar to the network of dialysis centres, where qualification for treatment and therapeutic apheresis procedures would take place. In Poland, most procedures are performed in haematology, neurology, transplantation and autoimmune disease departments. Individual procedures are also performed in selected intensive care units, where from a dozen to several hundred procedures are performed annually. (Kędzierska-Kapuza et al., 2019).

Apheresis is becoming increasingly common and is being used to treat a growing number of diseases. The use of extracorporeal body support techniques can provide both immediate help (e.g. in cases of poisoning) and long-term maintenance of the body's vital functions (e.g. in autoimmune diseases). Until recently, apheresis was used as a last resort in life-threatening situations. Nowadays, extracorporeal blood purification techniques are increasingly used (Wiśniewska, 2018; Stahl et al., 2024).

In conclusion, apheresis is a promising alternative to drug-based therapies for the management of chronic diseases. With further research and technological advances, it has the potential to change the treatment procedure, offering patients a safer and more targeted approach to disease management.

Sobisz Z., Osadowski Z., Truchan M.

THE HERBARIUM SLUPENSIS SLTC – A VALUABLE SOURCE OF INFORMATION ON THE FLORA OF POMERANIA REGION

*Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk
Arciszewski Str. 22B, 76-200 Słupsk, Poland
e-mail: zbigniew.sobisz@upsl.edu.pl*

The Herbarium Slupensis SLTC has been in operation since 1969. It is a collection of 70,000 herbarium sheets. The first curator of the herbarium was

ass. prof. Józef Misiewicz, Ph.D. He collected the vascular flora of Pomerania, with special emphasis on the flora of Polish seaports. The second herbarium was established in 1975 with the establishment of the Department of Ecology and Environmental Protection. Its founder and curator was Assoc. Prof. Eugeniusz Ryszard Śpiewakowski, Ph.D. It was a collection of plants collected within the framework of floristic research in the surroundings of Żydowo, Lubiatów and Żarnowiec (central and southern Poland). In 1990, the collections of bryophytes and lichens were added. Both collections were merged into one in 1995. Assoc. Prof. Ireneusz Izydorek became the curator of the herbarium. In 2006, he was replaced by Assoc. Prof. Zbigniew Sobisz.

The Herbarium Slupensis SLTC of the Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk has a valuable herbarium. It is a deposit of the Pomeranian Dukes' Castle Museum in Darłowo, which was preserved after the Second World War. The specimens come from the turn of the 19th and the beginning of the 20th century. In 1974, the herbarium was taken over by a botanist – Assoc. Prof. Józef Misiewicz, then an employee of the Pomeranian University in Słupsk, who prepared the herbarium cards collected there and published the results of his work. The herbarium consists of 1,800 herbarium cards from the years 1875-1943, collected by teachers, priests and German pharmacists, including Ernst Holzfuss, Hermann Krause, Otto Karl and Alfred Bannier. Most of these collections come from Pomerania, but also from the Sudetes, the area around Świdnica, Świeradów Zdrój and Wołów, as well as from Macedonia, Capri and Pompeii. The oldest herbarium of the Darłowo deposit in the Herbarium Slupensis dates back to 1811 and was compiled by Pastor Georg Homann.

Among the collections, the herbarium of the Słowiński National Park stands out. It is a valuable historical document of the vascular flora of this part of Pomerania. The herbarium of the former botanical garden in Sławno from the turn of the 19th and 20th centuries is also an integral part of the collection. Particularly noteworthy is the deposit of the Dendrological Garden in Przelewice, consisting of specimens of domestic and foreign dendroflora. The collection is complemented by the private herbarium of Alfons Stanisław Modrzejewski from 1916-1917, donated to the Herbarium by his family. The collections of the SLTC Herbarium include a florilegium from the 1950s and a xylotheca – a gift from the Dendrological Garden in Wiry. The botanical collection of the Herbarium contains a number of extinct and endangered plants from all over Poland and Pomerania region (collections of Karl Friedrich Kohlhoff and Fritz Römer).

The Herbarium Slupensis SLTC, owned by the Pomeranian University in Słupsk, is a vascular plant collection:

- Collection of Vascular Plants (SLTC-VP). Quantity: 55,000 specimens;
- Mushroom Collection (SLTC-F). Quantity: 2,950 specimens;
- Lichen collection (SLTC-L). Quantity: 11,000 specimens;
- Bryophyte collection (SLTC-B). Quantity: 445 specimens.

In 2019-2023, the Pomeranian University in Słupsk, the University of Gdansk and the University of Szczecin implemented the project entitled “Integrated Virtual Herbarium of Pomerania Herbarium Pomeranicum – digitalization and accessibility of herbarium collections of academic units of Pomerania through their connection and digital accessibility”. The project was implemented under the Operational Programme Digital Poland 2014-2020, Sub-measure: 2.3.1 Digital accessibility of public sector information from administrative sources and scientific resources (Type II of the project: Digital access to scientific resources).

This is a project whose main task is to strengthen the digital basis for national development through digitisation and online accessibility of Pomeranian herbarium resources. The resources of the following herbaria have been deposited in the Herbarium Pomeranicum:

- Herbarium Universitatis Gedanensis UGDA (University of Gdansk);
- Herbarium Słupensis SLTC (Pomeranian University in Słupsk);
- Herbarium Stetinense SZUB (University of Szczecin);
- Szczecin Diatomological Collection SZCZ (University of Szczecin).

As a result of the project, 468,000 herbarium cards have been digitised and made available digitally on the Internet (<https://herbariumpomeranicum.pl/>).

Sulborska-Różycka A.

STRUCTURAL DIVERSITY OF NECTARIES IN REPRESENTATIVES OF THE RANUNCULACEAE FAMILY

University of Life Sciences in Lublin, Akademicka 15,

20-950 Lublin, Poland

e-mail: aneta.sulborska@up.lublin.pl

The family Ranunculaceae comprises 62 genera and 2500 species (Tamura 1993), many of which are used as ornamental and medicinal plants. In Poland, it is represented by over 70 species (Rutkowski 2006). Ranunculaceae flowers exhibit high morphological diversity, including the location and structure of nectaries.

In 2020-2023, morphological and anatomical studies of floral nectaries in *Caltha palustris* L., *Eranthis hyemalis* (L.) Salisb., *Helleborus viridis* L., *Nigella damascena* L., *Pulsatilla halleri* subsp. *slavica* (G.Reuss) Zämelis, *Ranunculus uliginosus* Willd., and *Trollius europeus* L. were carried out using light microscopy (LM), fluorescence microscopy (FM), scanning electron microscopy (SEM), and transmission electron microscopy (TEM). Histochemical tests were also performed to detect the presence of some primary and secondary metabolites in nectary tissue cells. The plant material was collected from the Botanical Garden of Maria Curie-Skłodowska University in Lublin (Poland).

The analysed species had several morphological types of nectaries that were located i) on androecium-derived staminodia (*Pulsatilla*), ii) on carpels

(*Caltha*), iii) on areas under the scales at the base of each petal (*Ranunculus*), iv) on petals functioning as specialized secretory organs (nectary leaves) forming a cup (*Helleborus*), a funnel (*Eranthis*), a knee-shaped stamen-like form (*Trollius*), or a pit at the base of upper lobes of petals (*Nigella*). Pseudonectaries located at the base of lower lips of petals were only observed in *Nigella*. Nectar was secreted through i) trichomes (*Caltha*), ii) disruption of cell wall of epidermis covering the nectary (*Eranthis*, *Nigella*, *Ranunculus*, *Trollius*), and iii) modified stomata (*Pulsatilla*). The nectary tissue was composed of secretory epidermis and several layers of nectariferous parenchyma, subnectary parenchyma, and vascular bundles.

The histochemical assays revealed the presence of pectic substances, total lipids, polysaccharides, and general phenolic compounds in nectary tissue and trichome cells. The TEM observations of nectary tissue cells showed electron-dense cytoplasm, a large lobed cell nucleus, numerous small vacuoles, mitochondria, Golgi apparatus, different-sized plastids, endoplasmic reticulum profiles, and lipid droplets.

As it is known that nectaries play an important role in the flower pollination ecology, it was found that the nectar produced by the flowers of the analysed species was available to various groups of insects.

БІОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL EDUCATION

Абрамчук М., Джура Н.

ОЦІНКА РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ МОЛОДІ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Саксаганського, 1, Львів, 79005, Україна
e-mail: abramchukmariia@gmail.com*

Abramchuk M., Dzhura N. ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ENVIRONMENTAL CULTURE OF YOUTH. The analysis of the student community, in which the diversity of characteristics such as age and specialty does not affect the perception of environmental issues and socio-environmental aspects, indicates a uniformity in their understanding. However, the survey indicates a lack of educational level among the participants and requires more attention to increase educational efforts through various scientific programs and social media.

Оцінити ставлення сучасної людини до довкілля можна за допомогою двох основних індикаторів: рівня екологічної культури та екологічної свідомості. Екологічна культура – це частина загальнолюдської культури, що включає в себе уявлення про довкілля і проявляється в певній діяльності людини щодо природи. Екологічна свідомість – найважливіший компонент екологічної культури, який об'єднує всі види і результати матеріальної і духовної діяльності людини і спрямована на досягнення оптимальної взаємодії суспільства і природи, на екологізацію матеріального і духовного життя суспільства. Вивчення особливостей екологічної свідомості та культури допоможе краще зрозуміти ставлення населення до екологічних проблем та їх вирішення, а також оцінити обізнаність громадян в екологічній сфері.

Молодь, яка формується в університетському середовищі, відіграє ключову роль у створенні сталого майбутнього. Метою дослідження було проаналізувати рівень розуміння екологічної культури здобувачами освіти неекологічних спеціальностей для подальшого планування успішної просвітницької роботи.

У дослідженні використали основні методи збору соціологічної інформації: опитування в «Google Forms» та інтерв'ю. Опитування проводили з 17 по 24 листопада 2023 року, вік респондентів 17-19 років. Запитання для опитувальника вибирали відповідно до практики соціологічних опитувань з метою: виявити рівень екологічної обізнаності здобувачів освіти неекологічних спеціальностей; з'ясувати джерела екологічної стурбованості; визначити ступінь розуміння респондентом зв'язку між безпечним довкіллям, екологічною політикою держави і відповідальністю бізнесу за нераціональне використання природних ресурсів; оцінити рівень інформованості про вплив свого споживання на екологічний слід планети.

На основі проведеного аналітичного дослідження встановлено, що 59,1% респондентів не задоволені екологічною ситуацією у світі; 54,5% опитаних зазначили готовність зменшити екологічний слід особистою економією енергоспоживання, вторинного використання товарів, утилізацією відходів та зміною щоденних звичок; водночас 50% обирають товари з невідновлюваних матеріалів, і тільки 36,4% опитаних активно досліджують інформацію про склад продуктів перед їх придбанням. Крім того, 22,7% підтримують місцеві та сталі товари для зменшення викидів у процесі транспортування; 1% не здійснює жодних дій у цьому напрямку.

Респонденти розуміють наскільки важливі держава, громадські організації та кожен зокрема у вирішенні екологічних проблем, проте 77,3% вважають, що держава не підтримує безпечне довкілля. Усі опитані одногосно підтримали ідею відповідальності місцевих підприємств за вплив на довкілля. Студенти задоволені наявністю зелених зон у своєму місті (54,5%) і зацікавлені у рекультиватії вже існуючих зон (77,3%), запровадженні програм підтримки міської флори та фауни (72,7%). Отримані результати вказують на необхідність інтеграції екології у навчальні плани підготовки фахівців неекологічних спеціальностей.

Важливо, щоб студентська молодь не тільки отримувала знання, але й перейшла від ролі пасивного спостерігача до активного громадянина. Екологізація життя, якісна екологічна освіта – необхідні умови для збереження довкілля та забезпечення сталого розвитку суспільства.

Бойко А., Романюк Н.

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У НАВЧАННІ БІОЛОГІЇ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: anna.boiko@lnu.edu.ua*

Boiko A., Romanyuk N. USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS IN TEACHING BIOLOGY. In today's world, the development of artificial intelligence (AI), opens up new opportunities for improving learning and development processes. One area where the use of artificial intelligence could have a significant impact is the natural sciences, particularly biology. The use of modern technologies, such as computer programs for modeling, electronic visualizations, virtual laboratories is an important component of biological education. The purpose of the work was to analyze the current trends and advantages of using AI in education, highlighting the opportunities it provides for improving the process of teaching biology.

У сучасному світі, де швидкість технологічного прогресу надзвичайно висока, штучний інтелект (ШІ) використовується для

розвитку новітніх технологій та інструментів, що полегшують навчання та покращують ефективність освітнього процесу загалом. Наприклад, системи адаптивного навчання можуть використовуватися для створення персоналізованих програм навчання, що адаптуються до індивідуальних потреб кожного здобувача. Ці системи враховують рівень знань, інтереси та освітні цілі кожного учасника освітнього процесу, реалізуючи особистісно-орієнтований підхід до навчання (Певень та ін. 2023).

На сьогодні найбільш вживаним засобом ШІ є ChatGPT - універсальний чат-бот, який використовується для розв'язання різноманітних завдань, таких як: відповідь на запитання різних видів, автоматична генерація текстів, переклад, розв'язування математичних задач, редагування та узагальнення дослідницьких робіт, надання рекомендацій, класифікація та пояснення, написання конспектів уроків (Rudolph et. al., 2023).

У сфері навчання біології використання засобів ШІ відкриває безліч можливостей для учнів та викладачів. Зокрема, ChatGPT може дати відповіді на різноманітні запитання з біології, надати оглядові статті, схеми, тести для самоперевірки, ідеї для дослідів, актуальні наукові експерименти та сучасні відкриття в галузі біології (Рудич, 2023). Не менш використовуваними є й інші платформи ШІ, зокрема Gemini, STAT, Canva, Labster, Gamma, які можуть відповідати на запитання, створювати графічний дизайн, презентації, проекти, розробляти віртуальні навчальні симуляції.

Окрім застосування чат-ботів, штучний інтелект можна використовувати для створення віртуальної та доповненої реальності, надаючи учням захоплююче середовище навчання (Барна, 2023). З метою досягнення більшого ефекту у навчанні біології можна використовувати різноманітні електронні наочності, віртуальні лабораторії та симуляції, зокрема «Mozaik education», «Anatomy 3D atlas», «LearningApps», «Colorado» тощо (Курникова, 2021). Застосовуючи на уроках біології 3-D технології, вчитель може демонструвати процеси, які відбуваються впродовж місяців, років і навіть століть (Рудич, Трускавецька, 2021). Електронні 3-D атласи з анатомії людини дозволяють побачити об'ємне зображення тіла людини й окремих органів, є доступними для використання, легко встановлюються на ноутбук або смартфон (Білецька, 2021).

На сьогодні активно розробляються засоби для навчального моделювання реальної чи уявної системи – симуляції (Roger, 2000). Найчастіше симуляції використовуються для здійснення експериментів, які неможливі в реальності (Bransford et. al., 2000). Одним із найпопулярніших ресурсів є інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» Phet (Physics Education Technology <http://phet.colorado.edu/>) створений Університетом Колорадо. Він є безкоштовним і містить понад 75 млн. симуляцій з біології, хімії та інших природничих наук (Дементієвська, 2012).

Таким чином, використання в освітньому процесі методів цифрових ресурсів та засобів ШІ може забезпечити індивідуалізацію навчання, підвищити в учнів мотивацію до навчання та покращити рівень засвоєння нового матеріалу.

Допта А., Горбулінська С.

**МЕТОДИКА ФОРМУВАНЬ БІОЛОГІЧНИХ ПОНЯТЬ
НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: tdopta@gmail.com*

Dopta A., Gorbulinska S. METHODOLOGY OF FORMING BIOLOGICAL CONCEPTS IN BIOLOGY LESSONS. The new educational paradigm and the updating of the national education system require a review of the content and forms of the educational process to develop competent individuals. Well-formed concepts stimulate a research-oriented approach to understanding the world, and their accurate formulation promotes clarity of thought and clear understanding. Utilizing various methods in shaping biological concepts, as well as individualized instruction, helps effectively assimilate the material. A comprehensive approach to biology education using modern techniques fosters the development of critical thinking and scientific creativity in students, which are essential for shaping competent personalities.

Оновлена освітня парадигма та реформування національної системи освіти створюють потребу у вдосконаленні змісту та форм навчального процесу з метою формування компетентної особистості. Це вимагає не лише осучаснення змісту, але й зміну методів організації пізнавальної діяльності учнів. Ефективність діяльності вчителя визначається, передусім, правильним педагогічним підходом до усвідомлення ключових аспектів навчальної програми, зокрема методики формування наукових понять.

Успішно сформовані поняття стимулюють людину досліджувати світ навколо неї. Засвоєні учнями поняття надають мисленню ясності та чіткості. Індивідуум використовує поняття для мислення, через яке, в свою чергу відображає реальний світ, пройшовши різні етапи на шляху від невідомого до відомого. Вчителю важливо ретельно оволодіти цими простими істинями.

Підхід до формування біологічних понять передбачає використання різноманітних методів і прийомів, спрямованих на активну участь учнів у процесі навчання. Наприклад, використання інтерактивних методів, таких як дослідницька діяльність, проектна робота, а також взаємне навчання, може сприяти збагаченню розуміння біологічних концепцій. Додатково важливим є впровадження інноваційних технологій, які допомагають візуалізувати

складні процеси та явища в біології. Використання комп'ютерних програм, віртуальних лабораторій та 3D моделювання може зробити навчання біології більш доступним та захопливим для учнів. Окрім того, важливим аспектом є індивідуалізація навчання з урахуванням особливостей кожного учня. Застосування диференційованих завдань, адаптація методик навчання до потреб кожного учня сприяє більш ефективному формуванню біологічних понять.

Комплексний підхід до навчання біології та використання новітніх методик формування біологічних понять дозволяє створити стимулююче середовище для глибокого розуміння матеріалу, активного розвитку критичного мислення та наукової креативності учнів, що є важливими аспектами формування компетентної особистості в сучасному світі.

Мороз М.

ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НА ЗАНЯТТЯХ З БІОЛОГІЇ

Відокремлений структурний підрозділ «Львівський фаховий коледж

Львівського національного університету природокористування»

вул. Замарстинівська 167, м. Львів, 79000, Україна

moros18@ukr.net

Moroz. M. PEDAGOGICAL EXPERIMENT TO CHECK THE EFFICIENCY OF INTERACTIVE TEACHING METHODS IN BIOLOGY CLASSES. Pedagogical experiment is a research activity designed to test a proposed hypothesis, unfolding in natural or artificial conditions, the result of which is new knowledge that affects the results of pedagogical activity. A pedagogical experiment was conducted with students to check the effectiveness of using interactive teaching methods in the process of teaching the subject “Biology and Ecology”.

Переконатись на практиці в доцільності впровадження інтерактивних методів навчання можна шляхом педагогічного експерименту. Педагогічний експеримент - це комплексний метод дослідження, в якому використовуються методи спостереження, опитування, контрольні випробування і який забезпечує об'єктивну перевірку правильності висунутої дослідником гіпотези (Коваленко, 2019).

Педагогічний експеримент проводився із здобувачами освіти, які навчаються за навчальною програмою для закладів загальної середньої освіти «Біологія і екологія» для учнів 10-11 класів за рівнем стандарт, затвердженою Міністерством освіти і науки України (наказ № 1407 від 23.10.2017 р.).

Мета дослідження полягає в проведенні педагогічного експерименту для перевірки ефективності використання інтерактивних методів навчання у декількох групах в процесі викладення предмету «Біологія і екологія».

У даному дослідженні брали участь здобувачі освіти двох груп із приблизно однаковою середньою успішністю. Одна із цих груп навчалась за традиційними методами навчання, інша група вивчала матеріал із застосуванням інтерактивних методів навчання. Після закінчення вивчення розділу «Сталий розвиток та раціональне природокористування» обидві групи написали письмову контрольну роботу. Ця робота оцінювалась у 12 балів.

В результаті проведення контрольної роботи здобувачі освіти обох груп отримали оцінки що відповідають 100% успішності. Щодо якості написання цієї роботи хочу відзначити що у здобувачів освіти, які навчалась за традиційними методами навчання якість складає 65%, а у здобувачів освіти, які вивчали матеріал із застосуванням інтерактивних методів навчання якість складає 85%.

Отже, в учасників експерименту, які навчалась із застосуванням інтерактивних методів навчання якість написання письмової контрольної роботи по розділу «Сталий розвиток та раціональне природокористування» на 20% вища ніж у здобувачів освіти, які навчалась за традиційними методами навчання.

Після того як студенти написали контрольну роботу по даному розділі групі, яка навчалась із застосуванням інтерактивних методів навчання було запропоновано пройти опитування у додатку Google Форми. Усі учасники опитаної групи відзначили, що вагоме місце для засвоєння матеріалу відіграють інтерактивні методи навчання. Серед різних видів методів здобувачам освіти було запропоновано обрати найбільш дієві методи інтерактивного навчання. Таким чином за результатами студентського опитування перше місце посідає «Мозковий штурм», друге – «Незакінчені речення», третє – «Мозаїка» та четверте «Біологічний марафон».

Отже, застосування інтерактивних методів навчання вимагає від викладача значної затрати часу, однак на даному дослідженні було доведено що в результаті застосування даних методів стимулюється зацікавленість здобувачів освіти до вивчення предмету, що в підсумку підвищується ефективність навчання.

Михайлюк С., Джура Н.

**ЕКОСВІДОМІСТЬ УКРАЇНЦІВ:
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ДИНАМІКА РОЗВИТКУ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: @solomiia.mykhailiuk@lnu.edu.ua*

Mykhailiuk S., Dzhura N. ECO-AWARENESS AMONG UKRAINIANS: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT DYNAMICS. The contemporary state and growth dynamics of environmental consciousness among Ukrai-

nians have been analyzed based on sociological surveys conducted from 2015 to 2024. According to the latest research findings, it has been revealed that the majority of young people in Ukraine declare an ecocentric type of consciousness and value-based attitude towards the environment.

Екологічні небезпеки, які існують сьогодні, є результатом низького рівня екологічної культури минулого. Виникає необхідність формування екологічної свідомості суспільства. Екологічна свідомість – це сукупність екологічних знань людини, її особистого ставлення до довкілля, готовності до дій, які дозволяють зберегти довкілля, чи готовності до утримання від дій, які заподіюють шкоду довкіллю (<https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2020/12/ekosvidomist.pdf>).

Залежно від концепції світогляду, екоосвідомість може бути антропоцентричного, природоцентричного, екоцентричного типу. На формування певного типу екологічної свідомості людини впливають різні фактори, зокрема: культура, традиції, особисті потреби і досвід, цінності середовища, у якому формується та перебуває особистість (<https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2020/12/ekosvidomist.pdf>). Розвиток екологічної свідомості населення є основною ціллю екоосвітньої діяльності.

Метою роботи було проаналізувати сучасний стан і динаміку росту екологічної свідомості українців на основі соціологічних опитувань. Ми проаналізували дані соціологічних досліджень 2015 – 2016 рр. (<https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2020/12/ekosvidomist.pdf>), а також провели самостійне онлайн-опитування українців у лютому 2024 року щодо їхньої готовності діяти проекологічно. В опитуванні взяли участь 139 українців віком від 18 років: 66,9 % жінок та 33,1% чоловіків.

У результаті опитування було виявлено, що значна частина населення готова сортувати та утилізувати належним чином відходи, економити електроенергію, воду, опалення, використовувати товари в екологічній упаковці, відмовитись від дельфінаріїв, цирків, де використовують тварин та ін. Отримані результати свідчать про зростання екологічної свідомості серед українців у порівнянні з попередніми роками. Наприклад, у 2015 році бажання українців економити папір становило 0%, у 2016 році – 33,2%, а у 2024 році зросло до 65,5%; не купувати рослини з Червоної книги України у 2015 році відмовилися 26,1%, у 2016 році – 33,7%, а у 2024 році – 84,9% респондентів.

Отже, еколого-просвітні заходи позитивно впливають на формування екоосвідомості українців, однак більшість населення не готова надавати перевагу залізничному транспорту перед автомобільним, а також – фінансово допомагати у вирішенні екологічних проблем свого регіону, брати участь у громадських роботах.

Важливими елементами для підвищення екосвідомості населення є державна екологічна політика, яка має своїми діями показати, що довкілля – це цінність, а також діяльність неурядових організацій (громадських об’єднань, еко рухів) для забезпечення безперервності освітніх і просвітніх заходів, їхнього поширення на широке коло осіб, включаючи представників органів влади. Надання якісних освітніх послуг, співпраця усіх ланок закладів освіти, спільних зусиль Церкви, влади і освітян мають формувати у суспільстві відповідальне ставлення до природи, підвищувати його екологічну свідомість – основний інструмент захисту довкілля та здоров’я населення.

Рудич А., Упатова І.

**РОЛЬ БІОЕТИКИ ЯК СКЛАДОВОЇ ОСОБИСТІСНОГО ВИХОВАННЯ
УЧНІВ У СИСТЕМІ БІОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ЗАКЛАДІВ
ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія»

Харківської обласної ради

пров. Руставелі, 7, м. Харків, 61001, Україна

e-mail: rudychanastasia@gmail.com

Rudych A., Upatova I. THE ROLE OF BIOETHICS AS A COMPONENT OF THE CHARACTER EDUCATION OF STUDENTS IN THE BIOLOGICAL EDUCATION SYSTEM OF GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS. According to the analysis of literary sources, the role of knowledge about bioethics in the education of students during the mastering of natural sciences is determined. The results of the study proved that the integrated knowledge of ethics and biology acquired during education is the key to the further harmonious existence of the individual in the natural environment, the humanization of the biological education of students.

На думку науковців (Бак, 2022; Бойко, 2008; Запорожан, 2013; Кучера, 2014; Пінський, 2013; Степанюк, 2015; Шанда та ін., 2003) біоетика – це наука про норми поведінки людини по відношенню до життя та здоров’я згідно раціональних і моральних засад, що вказує, яким чином використовувати наукові досягнення нових технологій в галузі біології та медицини, забезпечення соціальних благ, а також включає систему норм поведінки людини по відношенню до всього навколишнього середовища. Внаслідок усвідомлення суспільством небезпек, пов’язаних із взаємодією з довкіллям, етичне ставлення до всіх проявів життя стає ще більш необхідним. Тому вивчення ролі біоетики в системі біологічної освіти є актуальною проблемою сьогодення.

Метою даного дослідження було виявлення ступеня впливу засвоєння біоетичних принципів протягом опанування природничих дисциплін на особистісне виховання учнів.

Проаналізовані літературні джерела вищезазначених авторів засвідчили, що інтегровані знання з етики та біології формують в учнів усвідомлення закономірностей взаємозв'язків природних процесів та категорій моралі. Відповідні знання є базисом для формування загального світогляду учнів з позиції поваги до навколишнього середовища. Саме тому, для формування свідомого суспільства важливим є повсякчасне впровадження в педагогічну діяльність вчителів біології викладання біологічних наук з позиції біоетичного світогляду. Наприклад, практичні завдання, спрямовані на догляд за рослинами чи тваринами, розвивають у учнів уміння піклуватися та дають розуміння взаємозв'язків між ставленням до живої істоти і її реакцією на цей вплив. Долучення до акцій з прибирання засмічених ділянок виховує культуру поведінки у взаємодії з як з природою, так і з соціумом. Використання різноманітних інтерактивних методів і засобів, комп'ютерних симуляцій та віртуальних лабораторій під час уроків дозволяє посилити інтеграцію засвоєння біоетичних принципів в процесі опанування біологічними знаннями і глобально сформувати біоетичний світогляд молоді, що зможе вплинути на вирішення людством актуальних проблем людства. Саме тому активне впровадження біоетики у систему біологічної освіти є надзвичайно важливим внеском у майбутнє усього людства.

Результати дослідження дають змогу зробити висновок про суттєвий вплив біоетики на особистісне виховання учнів загальної середньої освіти та необхідність поглиблення інтеграції гуманітарних та природничих дисциплін. Засвоєння норм поведінки з усіма живими істотами формує особистість, здатну до існування в гармонії з довкіллям та власним внутрішнім світом, тому гуманізація біологічної освіти є основою її сучасного розвитку.

Старенька Ю., Джюра Н.

**ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКООСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
У ЗАКЛАДАХ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: YULIIA.STARENKA@lnu.edu.ua*

Starenka J., Dzhura N. THE FEATURES OF ENVIRONMENTAL EDUCATION ACTIVITIES IN PRE-SCHOOL EDUCATION INSTITUTIONS. The paper analyzes the features of organizing environmental education activities with the aim of developing environmental awareness among preschoolers on the basis of the kindergarten «Sadochok gudochok» in Lviv . The effectiveness of using various forms, methods and innovative approaches for environmental education of children is shown: thematic classes, excursions, play activities, work in nature.

Першою ланкою в системі екологічного виховання в Україні є дошкільна освіта. Проблема екологічного виховання дітей дошкільного віку стала актуальною, оскільки усвідомлення взаємозв'язків та взаємозалежності людини і природи увійшло в суспільну свідомість. Тому ознайомлення дітей з природою та формування природничо-екологічної компетентності є невід'ємною частиною освітньо-виховного процесу закладів дошкільної освіти (ЗДО), які закладають фундамент екологічної свідомості дитини.

Метою роботи було проаналізувати особливості організації екоосвітньої діяльності у закладах дошкільної освіти для формування екологічної свідомості у дітей дошкільного віку.

Дослідження проводили на базі ЗДО «Садочок гудочок» м. Львова. Під час організації освітньо-виховного процесу використовували різноманітні форми, методи й інноваційні підходи для формування природничо-екологічної компетентності дітей дошкільного віку різних вікових груп: молодшої «Сонечка», середньої «Метелики» і старшої «Бджоли». Тематичне заняття є формою організації екоосвітньої діяльності у ЗДО. Провели заняття на різні екологічні теми: *«Рослинний світ навколо нас»* (вивчали рослини і їхнє значення для довкілля); *«Тваринний світ у нашому лісі»* (вивчали тварин і їхню роль у природі); *«Природні матеріали посеред нас»* (ознайомлювали дітей з можливостями застосування природних матеріалів для створення поробок і творів мистецтва); *«Вода - джерело життя»* (вивчали значення води для життя на Землі та правила економного споживання); *«Відходи та їх переробка»* (вивчали проблеми відходів і їхній вплив на довкілля, способи переробки відходів, в ігровій формі вчили правильно сортувати сміття); *«Енергозбереження у нашому домі»* (вивчали способи ефективного використання енергії у побуті).

Організували і провели екскурсії до місцевого парку, де діти спостерігали за природними процесами, вивчали види рослин і тварин, збирали різноманітні природні матеріали. Гра є провідною діяльністю дітей дошкільного віку. Проведені ігри з природними матеріалами (листя, гілками, камінням) надихали дошкільників створювати малюнки та скульптури, розвивали відчуття поваги до природи та її ресурсів. Під час гри «Подорож у світ рослин і тварин» діти вивчали різні об'єкти природи через розпізнавання рослин і тварин у місцевому сквері «Кам'янка» м. Львова, що знаходиться поблизу ЗДО. З метою виховання відповідального і бережливого ставлення до довкілля було організовано працю дітей у природі: прибирання території скверу «Кам'янка». Під час екологічних ігор «Захисти наше середовище» діти в ролі екологічних захисників повинні були вирішувати завдання, що стосуються збереження природи та боротьби із забрудненням.

Дошкільний вік - сприятливий час для формування в дитини основ світогляду. Проведена екоосвітня діяльність сприяла формуванню у дітей відповідального ставлення до природи та бережливого використання природних ресурсів. Заклад дошкільної освіти «Садочок гудочок» став осередком для формування екологічно свідомого покоління, готового дбати про майбутнє нашої планети.

Чухань Т.^{1,2}, Гончаренко В.¹

БІОЛОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК МЕТОД НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Тов «Діскавері Скул»

вул. Городоцька, 160, м. Львів, 79018, Україна

e-mail: vherbarium@ukr.net

Chukhan T., Honcharenko V. BIOLOGICAL EXPERIMENT AS A METHOD OF TEACHING BIOLOGY. The effectiveness of the application of the method of biological experiment in the process of studying biology has been investigated.

Біологічні дослідження під час уроків стимулюють учнів до самостійної роботи з навчальною, науковою літературою, до проведення фенологічних спостережень, до морфологічного аналізу рослинних, тваринних об'єктів, до статистичної обробки результатів. Ці знання про природу потрібні для розв'язання важливих життєвих проблем особистості, для використання їх у повсякденному житті, для свідомого вибору професії в майбутньому. Біологічні експерименти дозволяють зміцнювати міжпредметні зв'язки, особливо з такими предметами, як хімія, математика та фізика. Вони сприяють розвитку логічного мислення, формують в учнів навички аналізу й синтезу інформації (Панченко, Тихенко, 2008).

Використання на уроках біологічного експерименту дає можливість за короткий проміжок часу наочно пояснити учням новий матеріал, допомогти в опрацюванні нового біологічного терміну, поняття, або теорії, що є важливим аспектом для підвищення успішності навчання учасників освітнього процесу та відповідно економії часу. Для того, щоб дослідити рівень знань учнів 7 класів під час вивчення біології, було проведено педагогічне дослідження. Воно включало такі етапи: констатувальний, пошуковий, формувальний, узагальнювальний. З метою експериментальної перевірки ефективності методики застосування методу біологічного експерименту у процесі вивчення біології в 7 класах нами було наведено урок на тему: «Нервова система, її значення. Розвиток у різних тварин. Практична робота № 6 «Порівняння будови головного мозку хребтних тварин». На етапі узагальнення та систематизації було запропоновано провести практичну роботу.

В експериментальному дослідженні брали участь учні двох класів. Усього було 30 респондентів. Результати констатувального експерименту показують, що більшість учнів 7 класів мають низький або середній рівні знань з біології, тобто володіють певною спрямованістю на навчальну діяльність, однак не розуміють її значущості для подальшої діяльності, аналізуючи навчальну літературу залежно від власних інтересів, обирають завдання репродуктивного або частково-пошукового характеру, мають проблеми з пошуку власних помилок і визначення шляхів їх виправлення. Учнів першого класу було взято у якості експериментальної групи, а учнів другого класу – в якості контрольної. В експериментальній групі кількість учнів з дуже низьким рівнем знань змінилася з 7% до 0%, кількість учнів з низьким рівнем змінилася з 13 % також до 0%. Кількість учнів з середнім рівнем знань учнів не змінилася (33%). Прослідковується збільшення учнів з високим рівнем знань (на 13%). Кількість учнів з дуже високим рівнем знань також збільшилася (на 7%). Отже, можна зробити висновок про те, що використання методу біологічного експерименту є ефективним і одним з інструментів підвищення рівня знань.

Якимець Ю., Волошанська С.

**КРАЄЗНАВЧИЙ ПРИНЦИП У ЗМІСТІ ІНТЕГРОВАНОГО КУРСУ
«ПІЗНАЄМО ПРИРОДУ»**

*Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Шевченка, 23, м. Дрогобич, 82100, Україна
e-mail: inessadr@ukr.net*

Yakymets Yu., Voloshanska S. LOCAL HISTORY PRINCIPLE IN THE CONTENTS OF THE INTEGRATED COURSE «GETTING TO KNOW NATURE». The article analyzes the program of an integrated course «Getting to know nature». Authors identify the possibilities of using local history and regional studies materials when forming concepts, ideas and patterns of certain natural history topics. Authors have determined that the local history and regional studies materials used during the «Getting to know nature» integrated course shall first of all meet the program standards, as well as correspond with the context of a selected area and contribute to the formation of a scientific attitude, national identity and patriotism.

Принцип краєзнавства є досить поширеним та актуальним у освітньому процесі школи, оскільки, серед засобів виховання сучасної молоді краєзнавчий матеріал відіграє важливу роль (Олішевська, 2020). Використання краєзнавчого матеріалу наповнює зміст уроків природничого курсу більш цікавими та пізнавальними відомостями. Застосування краєзнавчого принципу дає змогу вчителю пов'язати процес навчання і виховання, сформувати конкретні уміння і навички (Кузьма-Качур, Горват,

2016). На основі вивчення відомостей про місцеві живі об'єкти відбувається краще їх сприйняття, в учнів формуються природничі поняття, уявлення та закономірності.

Аналіз сучасних навчальних програм інтегрованого курсу «Пізнаємо природу», зокрема авторів Д.Д. Біда, Т.Г. Гільберг, Я.І. Колісник (2021) засвідчує про достатню кількість тем при вивченні яких застосування краєзнавчого принципу є реальним. Так, вивчення розділу «Пізнаємо різноманіття організмів» (5 клас) доцільно починати з екскурсії в природу з метою ознайомлення з різноманітністю рослин та тварин свого краю. На таких екскурсіях школярі мають змогу ознайомитись з представниками флори та фауни свого регіону, набути навичок проведення фенологічних спостережень. Візуальні спостереження за місцевими об'єктами рослинного і тваринного світу допомагають школярам закріпити знання, вчать навички узагальнення і порівняння. Вивчення тем «Світ живих організмів», «Гриби. Лишайники», «Рослини та їхнє різноманіття», «Тварини та їхнє різноманіття» дає змогу посилити практичну спрямованість навчання, порівняти різні групи живих організмів свого краю, а також на підставі цих порівнянь зробити певні висновки та узагальнення.

Краєзнавчий принцип навчання також чітко простежується при вивченні розділів «Пізнаємо явища природи» та «Пізнаємо взаємозв'язки у природі» у шостому класі. Такий підхід спрямований на формування у шестикласників екологічних понять про основні життєві форми рослин, екологічні групи рослин і тварин, грибів і лишайників. Краєзнавчий підхід наголошує на усвідомленні учнями необхідності охорони і збереження окремих видів рослин і тварин, а також природного середовища в цілому. При вивченні тем «Пізнаємо астрономічні явища», «Пізнаємо біологічні явища», «Взаємозв'язки організмів з неживою природою», «Взаємозв'язки між живими організмами», «Взаємозв'язки організмів між собою та неживою природою в різних угрупованнях», «Біологічні ритми організмів» краєзнавчий підхід доцільно використовувати як в урочній, так і позаурочній діяльності. Порівняння відомостей про свій край з матеріалом, що вивчається, спонукає школярів до розумової діяльності, заохочує робити самостійні узагальнення та висновки. Ефективними формами краєзнавчої діяльності при вивченні інтегрованого курсу «Пізнаємо природу», яка проходить при безпосередньому спілкуванні школярів з природним середовищем є прогулянки, екскурсії, експедиції, екологічні стежки, секції, гуртки, клуби, товариства.

Отже, краєзнавчі відомості, які використовуються при вивченні інтегрованого курсу «Пізнаємо природу» насамперед повинні відповідати програмним вимогам, бути типовими для конкретної місцевості та сприяти формуванню в учнів наукового світогляду, національної свідомості, патріотизму.

БІОФІЗИКА BIOPHYSICS

Андріїв Р.¹, Семочко О.², Яремчук М.¹, Бура М.¹

АНАЛІЗ МОДИФІКУЮЧОГО ВПЛИВУ ЗЕЛЕНОГО НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РІЗНОЇ ТРИВАЛОСТІ НА РІСТ ТА ПРОРОСТАННЯ ALLIUM

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

вул. Пекарська, 69, м. Львів, 79010, Україна

e-mail: romaal1677@gmail.com

Andriiv R., Semochko O., Yaremchuk M., Bura M. The unique properties of low-intensity radiation lead to wide possibilities of application in various fields: medicine, plant breeding, and diagnostics. The aim of the study was to explore the potential impact of green light emitting diode (530 nm) on onion germination and root growth. We have found that green low-intensity radiation by 10 min did not inhibit the growth and germination of the roots of the *Allium cepa* compared to the control. However, exposition by 20 and 30 minutes significantly inhibited the root growth and germination of the plants.

Унікальні властивості низькоінтенсивного випромінювання (НІВ) відкрили широкі можливості застосування в різних сферах: медицині, рослинництві та діагностиці. Клінічні спостереження показали достатню ефективність випромінювання ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного спектрів для місцевого застосування на патологічний осередок і для дії на весь організм (Ніколішин, 2010). Важливим позитивним ефектом дії НІВ на біооб'єкти є підвищення проліферативної активності клітин, що зазвичай супроводжується наростанням біомаси об'єкта (Wang, 2002; Katsuda, 2004). Використання білого та синього НІВ, як відомо, сприяє росту та накопиченню поживних речовин, збільшенню площі листків та ваги *Allium fistulosum* L. (Song Gao, 2020, 2021). Все більшого поширення у фототерапії та біомедичних дослідженнях набуває застосування напівпровідникових лазерних та світлодіодних джерел НІВ (Кожем'яко, 2010). Визначальним чинником розвитку методик світлолікування, що обумовлює межі подальшого їхнього застосування, є фізико-технічні характеристики випромінювачів та особливості впливу на біооб'єкти. Неоднозначність біологічних ефектів від застосування лазерного випромінювання можна пояснити відмінними механізмами впливу променів різної довжини на клітини.

Метою роботи було дослідити ріст коренів та проростання цибулин *Allium cepa* за умов різної тривалості опромінення зеленим світлодіодом «AVAGO». Дослідження токсичності проводили з використанням біотесту

Allium, описаний Fiskesjo G. Цибулини одноразово опромінювали впродовж 10, 20 та 30 хв світлодіодом ASMT MGOO – NGJOO PBF ($\lambda=530$ нм; потужністю 1 Вт), що відповідає дозі 21,6, 43,2 та 64,8 Дж/см² відповідно. Цибулини *Allium* (25 на кожну точку, n=5) пророщували в контрольних позитивних розчинах NaN_3 (20 та 200 мкмоль/л), колхіцину (5 та 20 мкг/мл) та комерційному протипухлинному препараті Доксорубіцин (10 мкмоль/л), а також дистильованій воді (негативний контроль) упродовж 5 діб при 22°C. Вимірювали ріст коренів і фіксували проростання насіння впродовж 5 діб досліду.

Стандартні речовини позитивного контролю NaN_3 , колхіцин та Доксорубіцин достовірно інгібували ріст коренів і проростання насіння. За додавання речовин-інгібіторів найбільш виражений достовірний інгібуючий вплив на ріст коренів *Allium* за дії NaN_3 (у середньому на 83,7 \pm 1,03%) та Доксорубіцину (74,1 \pm 2,23%), який також чітко виявлявся у змінах морфологічних параметрів корінців. За впливу зеленого світла довжиною 530 нм різної тривалості встановлено модифікаційний вплив НІВ на ріст та проростання *Allium*. Лише 10-хвилинне опромінення цибулин НІВ зеленого спектру недостовірно інтенсифікувало ріст корінців цибулин на 5,7 \pm 7,6%. Збільшення експозиції зеленим НІВ двічі та втричі вело до достовірного пригнічення росту корінців цибулин *Allium* – на 22,6 \pm 6,7% (20 хв; $p>0,99$) та на 38,0 \pm 10,9% (30 хв; $p>0,999$) відповідно. Тоді як найбільший інгібуючий вплив на проростання рослин встановлено для дії НІВ тривалістю 30 хв (63,6 \pm 6,7% відносно контролю). Отримані експериментальні дані вказують, що дія зеленого НІВ реалізується на твірних тканинах й пригнічує верхівкову меристему *Allium*. Оскільки реакція вищих рослин на дію НІВ значно відрізняється (Misik, 2014), плануємо провести дослідження впливу видимого світла з метою оцінки мутагенного потенціалу.

Арсенюк Б., Фанта А., Шалай Я., Ільків М., Бабський А.

**ВПЛИВ ПОХІДНОГО БЕНЗОФУРАНУ У КОМПЛЕКСІ З
ПОЛІМЕРНИМ НОСІЄМ НА КІЛЬКІСТЬ АКТИВНИХ ФОРМ
ОКСИГЕНУ У КЛІТИНАХ ЛІМФОМИ NK/Ly**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: arsenuik17@gmail.com*

Arseniuk B., Fanta A., Ilkiv M., Shalai Ya., Babsky A. EFFECT OF BENZOFURAN DERIVATIVE IN COMPLEX WITH POLYMER CARRIER ON REACTIVE OXYGEN SPECIES CONTENT IN NK/Ly LYMPHOMA CELLS. The effect of thiazole derivative BF1 and its complex with polymer carriers (complex Th6) on reactive oxygen species (ROS) in mice NK/Ly cells was studied. The ROS level was recorded using fluorescence microscopy. The ImageJ software was used to measure and assess the fluorescence intensity. It

was found that BF1 and Th6 significantly increased the level of ROS in NK/Ly cells by 39 % and 43 % respectively. Meanwhile, polymeric nanoparticle Th5 did not affect the ROS level. BF1 and its complexes with polymeric nanoparticle significantly increase the ROS generation in NK/Ly cells. Thus, thiazole derivative BF1 may realize its antitumor effect on cancer cells by promoting generation of additional amount of ROS.

На сьогодні, хіміотерапія використовується як один із найефективніших методів для лікування ракових новоутворень. Однак цей підхід все ще має численні недоліки, включаючи: показники токсичності, їх недостатню специфічність, низьку селективність тощо. Тому розробка нових препаратів з протираковими властивостями, які були б ефективними та мали низьку токсичність є актуальною проблемою.

Похідні тіазолу широко використовують у медицині як протибактерійні, протипаразитарні та протипухлинні препарати. Однак, механізми їхньої дії потребують детальнішого вивчення.

У роботі досліджували некон'юговане похідне тіазолу N-(5- бензил-1,3-тіазол-2-іл)-3,5-диметил-1-бензофуран-2-карбоксамід (БФ1) та його комплекс (Th6) з полімерним носієм на основі поліетиленгліколю (ПЕГ-ПН, Th5), що продемонстрували цитотоксичність до ракових клітинних ліній *in vitro* (Finiuk et al., 2021). Метою роботи було встановити вплив досліджуваних речовин на вміст активних форм Оксигену (АФО) у клітинах лімфоми Немет-Келнера (NK/Ly).

Клітини асцитної пухлини прививали мишам внутрішньочеревно, а на 14-й день отримували асцит методом дренивання черевної порожнини. До клітин додавали досліджувані речовини та інкубували 30 хвилин. Для визначення кількості АФО використовували барвник дигідроетидій та інвертований мікроскоп Olympus IX73. Зображення отримували, використовуючи цифрову камеру DP-74. Зображення аналізували з допомогою програми ImageJ. Статистичне опрацювання результатів здійснювали у програмі MS Excel. Для оцінки достовірності між експериментальними групами обчислювали коефіцієнт Стьюдента.

Встановлено, що за дії речовини БФ1 кількість АФО достовірно зростала на 39 % відносно контролю. Кількість АФО достовірно збільшувалася на 43 % порівняно з контролем за дії комплексу Th6. Водночас вільний полімер Th5 не впливав на досліджуваний показник.

Отже, некон'юговане похідне тіазолу БФ1 та його комплекс з полімерним носієм на основі поліетиленгліколю демонструє збільшення кількості АФО у клітинах лімфоми NK/Ly. Процеси генерування АФО залучені у механізм дії досліджуваних сполук, а похідне БФ1 є перспективним протипухлинним препаратом.

Коберенко В., Плахоцька Д., Шалай Я., Бабський А.

**ВПЛИВ ФУЛЕРЕНУ C₆₀ НА ВМІСТ СУПЕРОКСИДНОГО РАДИКАЛУ
ТА АКТИВНІСТЬ СУПЕРОКСИДДИСМУТАЗИ У КЛІТИНАХ
МИШАЧОЇ ЛІМФОМИ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського 4, м. Львів, 79005, Україна
email: vasylynakoberenko@gmail.com*

Koberenko V., Plakhotska D., Shalai Ya., Babsky A. EFFECT OF FULLERENE C₆₀ ON SUPEROXIDE RADICAL CONTENT AND SUPEROXIDE DISMUTASE ACTIVITY IN MURINE LYMPHOMA CELLS. The effect of fullerene C₆₀ on superoxide radical content and superoxide dismutase activity in mice NK/Ly cells was studied. It was found that fullerene C₆₀ in concentrations by 0.05 and 0.1 mg/ml significantly increased the level of superoxide radical in NK/Ly cells by 33% and 38% respectively. Doxorubicin increased the level of superoxide radical by 73%. Fullerene C₆₀ in two investigated concentrations and Doxorubicin not changed the superoxide dismutase activity in mice NK/Ly cells.

Фулерени, зокрема фулерени C₆₀ привернули значну увагу в різних галузях науки, завдяки своїм фото-, електрохімічним та фізичним властивостям, які можуть бути використані в медичній хімії та фармацевтиці, як протипухлинні препарати. Також їх використовують в фотодинамічній терапії, яка включає генерацію активних форм кисню (АФК), що приводить до руйнування ракових клітин (Jiang and Li 2007; Kwang et al. 2012). Метою роботи було дослідити вплив фулеренів на клітини лімфоми.

Дослідження проводили на нелінійних мишах-самцях з лімфомою Немет-Келнера (NK/Ly). Асцитну форму лімфоми прищеплювали методом внутрішньочеревної інокуляції. На 14-й день після інокуляції асцит відбирали стерильним шприцом з черевної порожнини. До зразків додавали досліджувані речовини: фулерен C₆₀ (діючі концентрації 0,05 та 0,1 мг/мл) та Доксорубіцин (0,1 мг/мл). Водний розчин фулерену C₆₀ отримували на кафедрі біофізики та медичної інформатики ННЦ «Інститут біології та медицини» (Prylutsky et al., 2014). Для вимірювання вмісту супероксидного аніон-радикалу у клітинах лімфоми використовували тест нітросинього тетразолію (NTT) (Денисенко та ін., 2002). Активність супероксиддисмутазу визначали за методикою Костюка та ін. (1990). Статистичну обробку результатів досліджень проводили з використанням програми MS Excel.

Встановлено, що за дії 0,05 мг/мл фулерену C₆₀ вміст супероксидного радикалу у клітинах лімфоми достовірно зростає на 33%. Досліджуваний параметр також збільшувався на 38% за дії 0,1 мг/мл C₆₀. Протипухлинний препарат Доксорубіцин у концентрації 0,1 мг/мл зумовлював збільшення вмісту супероксидного радикалу у клітинах лімфоми на 73% відповідно.

Водночас було зафіксоване незначне збільшення активності СОД за дії С60 у концентраціях 0,05 та 0,01 мг/мл, однак ці зміни не були підтверджені статистично. Доксорубіцин також не впливав на активність досліджуваного ферменту у клітинах лімфоми.

Отже, фулерен С60 в обох досліджуваних концентраціях достовірно збільшує кількість супероксидного радикалу у клітинах лімфоми, при цьому не змінюючи активності супероксиддисмутази. Імовірно, прооксидантні процеси залучені у механізм дії досліджуваної речовини на клітини лімфоми, однак детальніше вивчення впливу С60 на про- та антиоксидантну систему пухлинних клітин потребує подальших досліджень.

Косточко А., Боднарчук Н., Зинь А., Гарасим Н.

**ЗМІНА ВМІСТУ БІОГЕННОГО АМІНУ В ЕРИТРОЦИТАХ ЩУРІВ
ЗА ДІЇ ГІСТАМІНУ І РАНІТИДИНУ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: golovchak_nataly@ukr.net*

Kostochko A., Bodnarchuk N., Zyn A., Harasym N. CHANGES OF THE BIOGENIC AMINES CONTENT IN RAT ERYTHROCYTES UNDER THE ACTION OF HISTAMINE AND RANITIDINE. The effect of histamine and ranitidine (as the H2 histamine receptor blocker) on the endogenous content of biogenic amine in the erythrocytes of female rats was studied. It was established that the addition of histamine to isolated erythrocytes against the background of exposure to ranitidine in concentrations of 0.1; 1; 10 μM does not change the content of endogenous histamine in the red blood cells compared to the independent action of ranitidine of the corresponding concentration.

Гістамін – це біогенний амін, який утворюється при декарбоксилюванні амінокислоти гістидину та бере участь у регуляції багатьох фізіологічних процесів. Гістамін, що вивільняється з тканинних базофілів, базофілів крові, зв'язується з рецепторами – Н1, Н2, Н3 і Н4, які знаходяться на поверхні клітин. Взаємодія гістаміну з рецепторами призводить до активації аденілатциклази, а згодом протеїнкінази А. Внаслідок цього відбувається ініціація біологічних процесів, за допомогою Н2 рецепторів, і гальмування – за допомогою Н3 і Н4 рецепторів. Під час взаємодії з Н1 рецептором, гістамін активує фосфоліпазу С, протеїнкіназу С, що стимулює різні біологічні процеси (Hong Qian, 2022). Вільний гістамін спричиняє головний біль, нежить, гіперемію шкіри, діарею, тахікардію чи аритмію, спазм гладеньких м'язів бронхів та інші дії. Для зниження негативного впливу гістаміну на організм застосовують блокатори гістамінових рецепторів, які отримали назву «антигістамінних препаратів». Серед блокаторів є фармацевтичний препарат ранітидин, який є антагоніст Н2 гістамінових

рецепторів. Механізм дії зумовлений конкурентним інгібуванням H2 гістамінових рецепторів мембран. На сьогодні залишається невідомим наявність гістамінових рецепторів на плазматичній мембрані еритроцитів. Тому для виявлення H2 гістамінового рецептора доцільно використати блокатор H2 гістамінорецептора, який може регулювати вміст ендogenousного гістаміну в червоних кров'яних тільцях.

У дослідженнях використовували еритроцити білих щурів-самок. У ході експерименту до відмитих еритроцитів додавали екзогенний гістамін (5,4 мкМ); ранітидин (0,1; 1; 10 мкМ); ранітидин зазначених концентрацій у поєднанні з екзогенним гістаміном. Після інкубації з препаратами еритроцити відмивали і після цього визначали вміст ендogenousного гістаміну в цих клітинах (Вороніна, 2004).

Нами встановлено, що додавання до еритроцитів гістаміну зумовлює зниження вмісту ендogenousного гістаміну в цих клітинах, хоча ця зміна показника не підтвердилася достовірністю. За додавання до суспензії червоних кров'яних тілець ранітидину у концентраціях 0,1; 1; 10 мкМ значно знижується в них вміст ендogenousного гістаміну на 79 %, 72 %, 83 % відповідно. За умов дії на клітини гістаміну на тлі впливу ранітидину вміст ендogenousного гістаміну є такий, як і за незалежної дії ранітидину. Це свідчить, що H2 потенційний рецептор на плазматичній мембрані еритроцита не відповідає за регуляцію вмісту гістаміну в цих клітинах або цей рецептор відсутній.

Луців А.¹, Бура М.¹, Кудласевич Л.², Сибіль М.², Виноградський Б.²

**ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЛАКТАТУ У СЕЧІ ЛУЧНИКІВ
ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ
ПСИХОРЕГУЛЮЮЧОГО ТРЕНУВАННЯ**

*¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: buram1510@gmail.com*

*²Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського
вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна*

Lutsiv A., Bura M., Sybil M., Vinogradskyi B. THE URINARY LACTATE CONCENTRATION CHANGES OF ARCHERS DURING USING PSYCHOREGULATORY TRAINING METHOD. The biochemical urinary markers that indicate the state of athletes hydration are noteworthy, related to the occurrence of injuries and performance during competition. The use of ideomotor systematic techniques of the autotraining for two months slightly reduced the concentration of lactate in the urine of archeries, both before ($p < 0.95$; by $5.6 \pm 0.3\%$), and after performing physical exercises ($p > 0.95$; by $9.7 \pm 0.4\%$) during the official competitions.

Систематична підготовка спортсмена-лучника відображає складну багатостадійну систему, що поєднує процеси виховання, навчання та тренування. У цьому виді спорту результативність спортсменів-лучників залежить від психологічної підготовки та стану спортсмена (вимоги до рівноваги та постави тіла) (Zemková E., 2022), методики проведення занять та індивідуального підходу тренера. Науковці стверджують, що психологічна підготовка є вродженою особливістю, однак її, в значній мірі можна розвинути (Пігін, 2014). Власне тому особливе значення у психологічній стійкості та підготовці спортсменів-лучників відіграє ідеомоторне тренування.

Найбільш релевантними маркерами кількісної оцінки та моніторингу тренувального навантаження спортсменів є ЧСС (у спокої перед тренуванням та резерв під час тренування), лактат у крові та імунологічний статус крові та слини під час спостереження упродовж сезону. Також заслуговують на увагу маркери сечі, що вказують на стан гідратації спортсменів, і можуть бути пов'язані з виникненням травм і продуктивністю під час змагань (Djaoui L., 2017).

Метою дослідження було проаналізувати зміни концентрації лактату в сечі лучників за різних психологічних умов та фізичних навантажень та встановити частку впливу застосування спеціалізованої методики ідеомоторного тренування на зміни лактату. Дослідження проводили на базі кафедр ЛДУФК імені Івана Боберського. Для оцінки ефективності методики спортсмени були поділені на дві групи (експериментальну ((експеримент проводили впродовж 2 місяців; спортсмени групи застосовували запропоновану методику перед кожним тренуванням) та контрольну), по 8 осіб (спортсменів КМС (юнаки), вік учасників –18-20 років). Дослідження тривали з вересня по березень, змагання – з грудня по березень та проходили в 2 етапи. Обстеження спортсменів проводили також в два етапи: зразки аналізів відбирали під час тренувального та змагального навантажень до та після фізичної рухової активності. Вміст лактату в біологічній рідині (в сечі) визначали колориметричним методом (Barker S. & Summerson W., 1941). Дисперсійний аналіз виконано засобами Microsoft EXCEL, оцінено також вірогідність отриманих результатів дослідження (р приймали такими, що дорівнюють 0,95 та 0,99).

Як відомо, діапазон концентрацій молочної кислоти в сечі у здорових людей без фізичного навантаження становить $0,8 \div 1,3$ ммоль/л (Phypers B., 2006). У надмірній кількості лактат продукується тканиною м'язів при ураженні печінки та виникненні мітохондріальної дисфункції (Haas R., 2007), а також при виконанні інтенсивного м'язового навантаження за короткий проміжок часу без достатнього надходження кисню. Встановлено недостовірне збільшення концентрації лактату у сечі лучників обидвох груп (у середньому на $10,0 \pm 0,7\%$; $p < 0,95$) після виконання фізичних вправ

під час тренувальних змагань. Застосування вправ аутотренінгу упродовж двох місяців дещо знизило концентрацію лактату в сечі спортсменів, як до ($p < 0,95$; на $5,6 \pm 0,3\%$), так і після ($p > 0,95$; на $9,7 \pm 0,4\%$) виконання фізичних вправ під час офіційних змагань. Акумуляція лактату в сечі свідчить про внесок гліколітичного шляху ресинтезу АТФ в енергозабезпечення роботи, виконаної спортсменом за тренування. Для того щоб не порушити аеробний/анаеробний баланс використання енергії спортсменами варто ретельно підбирати раціональні методи спортивної підготовки.

Налаша Ю., Боднарчук Н., Зинь А., Гарасим Н.

**СТРУКТУРНІ ЗМІНИ ЕРИТРОЦИТІВ САМОК ЩУРІВ
ЗА ДІЇ ГІСТАМІНУ І ДЕЗЛОРАТАДИНУ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: garasymnataly@gmail.com*

Nalapsha J., Bodnarchuk N., Zyn A., Harasym N. STRUCTURAL CHANGES OF ERYTHROCYTES OF FEMALE RATS UNDER THE EFFECTS OF HISTAMINE AND DESLORATADINE. The effect of desloratadine and histamine on the morphology of erythrocytes of female rats was studied. It was established that the addition of desloratadine to the blood followed by the administration of histamine causes a significant increase in stomatocytes, echinocytes, and degmatocytes compared to the independent effect of desloratadine.

Гістамін синтезується і вивільняється великою різноманітністю клітин, зокрема, парієтальними клітинами шлунка, тканинними базофілами і нейронами як центральної, так і периферичної нервової системи. Утворення гістаміну відбувається шляхом перетворення L-гістидину за допомогою гістидиндекарбоксилази. Гістамін піддається окисненню або N-метилуванню. G-білки з'єднані з рецепторами до гістаміну (GPCR), яких є чотири різновиди (H1, H2, H3 і H4), при стимуляції передають біологічний сигнал у клітину. Рецептор H1 до гістаміну є мішенню для багатьох антигістамінних препаратів, таких як дифенгідраміні і дезлоратадин, використовується для лікування алергії. Антагоністи рецепторів гістаміну H2, такі як циметидин і ранітидин, використовувалися для лікування виразки шлунка шляхом інгібування секреції шлункової кислоти. Рецептор H3 до гістаміну бере участь у нейротрансмісії центральної нервової системи, де він модулює когнітивні та гомеостатичні профілі організму. Багато клітин, включаючи еозинофіли, Т-клітини, дендритні клітини, базофіли крові та тканинні базофіли експресують рецептор H4 до гістаміну (Yousef M. Abdulrazzaq, 2022). На сьогодні залишається невідомою інформація про наявність H1 гістамінового рецептора на плазматичних мембранах еритроцитів.

У дослідженнях використовували еритроцити білих щурів-самок. У ході експерименту до цільної крові додавали екзогенний гістамін (5,4 мкМ); дезлоратадин (0,1; 1; 10 мкМ); дезлоратадин зазначених концентрацій у поєднанні з екзогенним гістаміном. Після інкубації з препаратами виконували мазки крові, які фарбували за Романовським та Ман-Грюнвальдтом (Курченко, 2019). У мазку підраховували кількість нормоцитів та морфологічно змінених еритроцитів. Проводили статистичний аналіз з використанням коефіцієнта Фішера (F) для підтвердження різниці між показниками експериментальних груп.

Нами встановлено, що за впливу гістаміну знижується вміст краплеподібних клітин, дегмацитів, стоматоцитів та підвищення вмісту ехіноцитів у мазку крові самочок щурів. Додавання до крові дезлоратадину усіх досліджуваних концентрацій веде до значного підвищення вмісту стоматоцитів. Дезлоратадин у концентраціях 0,1 та 10 мкМ зумовлює зниження вмісту акантоцитів, конвертоподібних клітин, дегмацитів. Потрібно зазначити, що дезлоратадин у концентрації 1 мкМ спричиняє значне підвищення шоломоподібних клітин, овалоцитів, ехіноцитів. Отже, дезлоратадин у концентрації 1 мкМ зумовлює ушкоджуючий вплив на еритроцити самок щурів. Виявлено, що додавання до крові дезлоратадину з подальшим введенням гістаміну спричиняє значне підвищення стоматоцитів, ехіноцитів, дегмацитів порівняно з незалежною дією дезлоратадину. Це свідчить, що H1 рецептор на мембрані еритроцитів присутній, а його функція пов'язана із зміною форми плазматичної мембрани. Така зміна, ймовірно може залежати від впливу на цитоскелет еритроцитів, який включає білки спектрин, анкерин, тропоміозин, актин.

Пацула В., Генега А., Тарновська А.

**ОЦІНКА РІВНЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ
КРОВООБІГУ У СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: vasulunapatsula2@gmail.com*

Patsula V., Henega A., Tarnovska A. ASSESSMENT OF THE LEVEL OF FUNCTIONING OF THE BLOOD CIRCULATORY SYSTEM IN YOUTH STUDENTS. The purpose of the work was to assess the level of functioning of the circulatory system in student youth. To achieve the goal, we set ourselves the following task: to assess the functioning of the circulatory system in students of the II year by determining the adaptation potential according to Baevsky.

Здоров'я студентів, зокрема їх адаптаційні можливості до різних умов зовнішнього середовища, є ключовим аспектом збереження та зміцнення здоров'я населення. Функціонування системи кровообігу, зокрема серцево-

судинної системи, визначає фізичне здоров'я людини і може слугувати маркером загального стану організму. Недосягнення адаптації може призвести до серцевих проблем та інших захворювань. Оцінка рівня функціонування системи кровообігу у студентів, особливо з урахуванням їхнього гіподинамічного ритму життя та інтелектуальних навантажень, може допомогти виявити ризики для здоров'я та розробити стратегії запобігання потенційним проблемам. Комплексне обстеження і оцінка функціонального стану організму студентів можуть сприяти вдосконаленню методів оптимізації здоров'я та підтримки їхнього майбутнього професійного довголіття. Дослідження адаптаційних можливостей студентів у контексті навчальних навантажень дозволить краще зрозуміти їхній адаптаційний потенціал, щоб вчасно вжити відповідні заходи для підтримки їхнього фізичного та психічного здоров'я. (Dolzhenko, 2004)

Наше дослідження тривало протягом 2022 - 2023 року на базі кафедри біофізики та біоінформатики біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. Серед респондентів були студенти 2 курсу, всього взяло участь 59 студентів жіночої та чоловічої статі (49 дівчат та 10 хлопців). Скарг на власне здоров'я у респондентів не було, усі респонденти дали згоду на обробку та використання персональних даних. Середній вік досліджуваних складав 18-19 років. Адаптаційний потенціал серцево-судинної системи організму визначали за методикою Р.М. Баєвського з врахуванням частоти серцевих скорочень, систолічного та діастолічного артеріального тиску, антропометричних показників і коефіцієнтів рівняння множинної регресії.

Адаптаційний потенціал відображає функціональний стан організму, характеризує функціональні резерви та дозволяє прогнозувати зміни здоров'я. За результатами адаптаційного потенціалу студентів чоловічої статі ($n = 10$) розподілили за двома категоріями: студенти із задовільною адаптацією ($2,05 \pm 0,06$; $n = 4$) та студенти з напруженим механізмом адаптації ($2,46 \pm 0,13$; $n = 6$). Студентів жіночої статі ($n = 49$) за результатом адаптаційного потенціалу розподілили за трьома категоріями: студенти із задовільною адаптацією ($1,79 \pm 0,06$; $n = 31$), студенти з напруженим механізмом адаптації ($2,43 \pm 0,05$; $n = 16$) та студенти з незадовільною адаптацією ($3,68 \pm 0,02$; $n = 2$).

Аналіз результатів засвідчив, що у відсотковому співвідношенні серед студентів чоловічої статі переважає група із задовільною адаптацією, яка складає 60 % (I група здоров'я) від загальної кількості респондентів чоловічої статі проти 40 % (II група здоров'я) студентів з напруженим механізмом адаптації. Аналізуючи результати адаптаційного потенціалу серед студентів жіночої статі, слід відмітити, що тут переважає група із задовільною адаптацією, яка складає 63 % (I група здоров'я) від загальної кількості респондентів жіночої статі проти 33 % (II група здоров'я) студентів з напруженим механізмом адаптації та 4% (III група здоров'я)

студентів з незадовільною адаптацією. Причиною нижчого рівня адаптації у чоловіків порівняно з жінками, на нашу думку, є більша чутливість жінок до несприятливих чинників навколишнього середовища та стресу, а також гормональні відмінності (концентрації естрогенів і простагліцинів).

Процак В., Генега А., Тарновська А.

ОЦІНКА СТАНУ ВЕГЕТАТИВНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ СТУДЕНТІВ БІОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: vasilinavfgd7@gmail.com*

Protsak V., Heneha A., Tarnovska A. THE ASSESSMENT OF THE STATE OF THE VEGETATIVE NERVOUS SYSTEM OF STUDENTS OF THE FACULTY OF BIOLOGY. The purpose of the work was to assess the state of the autonomic nervous system of students of the second year of the Faculty of Biology. To achieve the goal, we set ourselves the following tasks: to assess the functional state of the autonomic nervous system of students of the Faculty of Biology, using Kerdo's index, to investigate the influence of the autonomic nervous system on the vascular tone of students of the Faculty of Biology, using the Kerdo index.

Проблема збереження та зміцнення здоров'я населення, особливо молоді, залишається найактуальнішою. Сучасна людина упродовж життя постійно перебуває у різних стресових ситуаціях, що пов'язані з соціальними, економічними та психологічними змінами. Найвразливішою є студентська молодь, оскільки ритм життя сучасних студентів гіподинамічний з одночасними значними інтелектуальними та емоційними навантаженнями. Ці чинники, а також незбалансоване харчування, дефіцит сну негативно впливають на фізичне, психічне та соціальне здоров'я студентів, створюють передумови для зниження адаптаційних можливостей організму. Оцінка стану вегетативної нервової системи студентів біологічного факультету є актуальною з урахуванням двох глобальних проблем - пандемії коронавірусу та війни в Україні. Ці події суттєво вплинули на життя студентів, збільшивши рівень стресу. Введені карантинні заходи та перехід на дистанційне навчання призвели до зменшення активності та збільшення тривоги. Психологічний вплив війни може призвести до появи посттравматичного стресового розладу, що в свою чергу може погіршити якість життя та академічні досягнення студентів. Отже, вивчення стану вегетативної нервової системи студентів у контексті сучасних глобальних викликів має велике значення для забезпечення їхнього здоров'я та благополуччя.

Наше дослідження тривало протягом 2022 - 2023 року на базі кафедри біофізики та біоінформатики біологічного факультету Львівського

національного університету імені Івана Франка. Серед респондентів були студенти 2-го курсу біологічного факультету. Всього у дослідженні взяло участь 59 студентів жіночої та чоловічої статі (49 дівчат та 10 хлопців). Скарг на власне здоров'я у респондентів не було, усі респонденти дали згоду на обробку та використання персональних даних. Середній вік досліджуваних складав 18-19 років.

Вегетативний індекс Кердо є інтегративним показником стану серцево-судинної системи та характеризує співвідношення симпатичних і парасимпатичних впливів на серцево-судинну систему. Згідно методики у досліджуваного підраховують пульс в стані спокою в положенні сидячи впродовж 15 с. Потім виконується 30 присідань за 45с. Далі знову реєструють пульс на перших та останніх 15с 1-ї хвилини відновлення. В нормі значення індексу Кердо має бути в межах від 20 до -20 одиниць. Позитивні значення індексу вказують на перевагу симпатичної регуляції тону судин, від'ємні - вплив вегетативної нервової системи на тонус, якщо вегетативний індекс Кердо дорівнює нулю - триває рівновага симпатичних і парасимпатичних впливів на серцево-судинну систему (Філімонов, 2006).

Дане дослідження дозволило нам визначити стан вегетативної нервової системи у тих студентів 2 курсу біологічного факультету, котрі взяли участь в дослідженні. Оцінюючи стан вегетативної нервової системи, ми виявили, що з 49 дівчат у 18 (37%) – індекс Кердо знаходиться у межах норми, а в 31 (63%) дівчини цей індекс був поза межами норми. Аналізуючи показник стану вегетативної нервової системи хлопців, ми з'ясували, що з 10 хлопців у двох (20%) індекс Кердо був у межах норми, а у 8 (80%) поза межами норми. Аналізуючи вплив вегетативної нервової системи на тонус судин, ми виявили, що у шести дівчат (12%) та двох хлопців (20%) переважає ваготонічний вплив, а в 43 дівчат (88%) та восьми хлопців (80%) – симпатикотонічний вплив на тонус судин.

Ми встановили, що у 63% дівчат та 80% хлопців, що взяли участь в дослідженні вегетативний індекс Кердо знаходиться поза межами норми. Це може свідчити про дисбаланс вегетативної нервової системи, або синдром вегетативної дисфункції у цих респондентів (це патологічний стан, який характеризується порушенням вегетативної регуляції функцій внутрішніх органів, судин та обмінних процесів).

Писко О., Дика М.

**КЛІНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦІЄНТІВ
ІЗ ПРОСТИМИ КІСТАМИ НИРОК**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: vira_b87@ukr.net, Doolittle2@ukr.net*

**Pysko O., Dyka M. CLINICAL CHARACTERISTICS OF PATIENTS
WITH SIMPLE RENAL CYSTS.** The renal cyst is one of the most common

diseases among kidney illnesses. We investigated simple renal cysts in patients and evaluated their clinical characteristics. The mean diameter of cysts in men was 73 ± 4 mm, and in women was $69,5 \pm 4,8$ mm. There are no significant differences in the mean diameter of cysts in men and women.

Кіста нирки – це досить поширена патологія, яка може роками безсимптомно розвиватися в організмі людини. Сама кіста переважно не несе загрози життю людини, але потребує лікування, оскільки може провокувати розвиток супутніх захворювань: пієлонефриту та ниркової недостатності, а також спричинити нагноєння чи розриви.

Мета роботи: порівняти клініко-лабораторні характеристики пацієнтів із простими кістами нирок. Лікування та спостереження за пацієнтами проводилось на базі урологічного відділення лікарні Святого Пантелеймона Першого територіального медоб'єднання. Основними діагностичними методами було ультразвукове сканування, рентгенографія, комп'ютерна томографія органів заочеревинного простору. Також було проведене загальне клінічне обстеження пацієнтів на передопераційному етапі, що включало: аналіз скарг, огляд, пальпацію, збір анамнезу, лабораторні дослідження крові та сечі, електрокардіографію та ін.

Серед прооперованих пацієнтів були 24 (52,2%) чоловіки і 22 (47,8%) жінки. У 24 пацієнтів виявлено кісту лівої нирки (52,2%), а у 22 – кісту правої нирки (47,8%). Вік чоловіків становив від 26 до 76 років, середній – $59 \pm 2,6$ років. Вік жінок знаходився в межах від 28 до 73 років, середній – $60 \pm 2,2$ років. Статистично достовірної різниці за частотою виявлення даної патології та віком між чоловіками та жінками не встановлено.

Розмір кіст нирок у чоловіків знаходився в межах від 30 до 120 мм, середній розмір становив 73 ± 4 мм. У жінок розмір кіст нирок знаходився в межах від 25 до 120 мм, середній розмір – $69,5 \pm 4,8$ мм. Значущих відмінностей не зареєстровано між розмірами кіст нирок у чоловіків та жінок.

Кіста нирок може бути локалізована у верхньому, середньому або нижньому полюсах. У жінок кіста переважно локалізована у середніх та нижніх сегментах нирки (41 %; 36%, відповідно) а у чоловіків – у верхніх та нижніх сегментах нирки (41,7 %; 41,7%, відповідно). Статистично значима різниця спостерігається між відсотками чоловіків та жінок, у яких кіста локалізована у верхньому або середньому сегментах.

Встановлено, що лапароскопічній кістектомії піддавались 20 пацієнтів (43%), а пункційному склерозуванню - 25 пацієнтів (54%). Статистично достовірної різниці між чоловіками та жінками за частотою використання методів оперативного втручання не встановлено.

Основними методами оперативного втручання були лапароскопічна кістектомії та пункційному склерозуванню у пацієнтів із простими кістами нирок. Статистично достовірної різниці між чоловіками та жінками за частотою використання методів оперативного втручання не встановлено.

Станішевська Л., Боднарчук Н., Гарасим Н.

**ВМІСТ СУПЕРОКСИДНОГО АНІОН-РАДИКАЛУ В КРОВІ ЩУРІВ
ЗА ДІЇ ГІСТАМІНУ І БЕТАГІСТИНУ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: nataliya.harasym@lnu.edu.ua*

Stanishevska L., Bodnarchuk N., Harasym N. SUPEROXIDE ANION RADICAL CONTENT IN THE BLOOD OF RATS UNDER the ACTION OF HISTAMINE AND BETAHISTINE. The effect of betahistine and histamine on the superoxide anion radical content in the blood of rats was studied. Taking into account that betahistine, with the subsequent addition of histamine, does not change the content of the superoxide anion radical compared to the independent action of betahistine, it can be concluded that the H₃ receptor does not participate in the regulation of the amount of this reactive oxygen species in the blood of rats.

Відомо, що гістамін виробляється багатьма клітинами організму (тканинні базофіли), базофіли крові, шлункові ентерохроматофільні клітини, гістамінергічні нейрони і ін.), зберігається внутрішньоклітинно у везикулах і вивільняється при стимуляції клітин, ініціюючи значну кількість фізіологічних і патологічних процесів. Гістамін сприяє спазму гладенької мускулатури бронхів і кишківника, розширенню судин і збільшенню їхньої проникності, посиленню шлункової секреції, розвитку тахікардії і аритмії, впливає на артеріальний тиск, нейропередачу, імунокорекцію і т. д. Гістамін також може синтезуватися в клітинах епідермісу. Ефекти гістаміну пов'язані з його здатністю впливати на H₁, H₂, H₃ і H₄ мембранні гістамінорецептори різних клітин (Зубченко, 2016). H₃ рецептори пов'язують із впливом на нейронну передачу сигналу у вегетативній нервовій системі та симпатичних гангліях дихальних шляхів. Вважають, що активація H₃ рецепторів може пригнічувати активність H₁ гістамінових рецепторів (Бішко, 2012). H₃ рецептори зв'язані з G_{v0}-білком. Основний механізм їхньої дії зумовлений пригніченням продукції циклічного аденозинмонофосфату (Радченко, 2018). Блокатором H₃ рецепторів до гістаміну є бетагістин, який є слабким агоністом H₁ рецепторів і потужним антагоністом H₃ рецепторів гістаміну. У внутрішньому вусі антагоністичний вплив бетагістину на H₃ рецептори гістаміну пов'язаний із підсиленням вивільнення нейротрансмітерів із нервових закінчень (Новікова, 2021). Важливо вивчити поєднаний вплив бетагістину і гістаміну на регуляцію вмісту активних форм кисню в крові, оскільки відомо, що гістамін діє на вивільнення нейтрофілами супероксидного аніон-радикалу.

В експериментах використовували цілну кров білих нелінійних щурів. В експерименті було створено контрольну групу з додаванням до крові фізіологічного розчину (1-ша група). До 2-ї експериментальної групи додавали гістамін (5,4 мкМ). До 3-ї, 4-ї, 5-ї груп додавали бетагістин

(0,1; 1; 10 мкМ; комерційна назва «Бетасерк»). Ще було створено три експериментальні групи (6-та, 7-ма, 8-ма), до крові яких додавали бетагістин у концентрації 0,1; 1; 10 мкМ та гістамін (5,4 мкМ). З усіх експериментальних груп відбирали зразки цільної крові для аналізу вмісту супероксидного аніон-радикалу (Денисенко, 2005).

Встановлено, що додавання до крові шурів гістаміну достовірно не змінює вмісту супероксидного аніон-радикалу. Введення в кров бетагістину усіх досліджуваних концентрацій зумовлює тенденцію до зниження вмісту супероксидного аніон-радикалу. Достовірне зниження вмісту зазначеної активної форми кисню на 33 % відбувається за дії бетагістину у концентрації 1 мкМ порівняно з контролем. Поєднане додавання бетагістину у концентрації 1 мкМ з подальшим введенням до крові гістаміну також достовірно знижує вміст супероксидного аніон-радикалу порівняно з контролем на 29 %, а також порівняно з експериментальною групою, до крові якої додавали гістамін, на 27 %. Отже, враховуючи те, що бетагістин, який блокує Н3 рецептор на клітинах крові, з подальшим додаванням гістаміну не змінює вмісту цього радикалу порівняно із незалежною дією бетагістину, можна зробити висновок, що Н3 рецептор не бере участі у регуляції кількості цієї активної форми кисню в крові шурів.

Чемьоркіна В., Генега А., Тарновська А.

**ПОКАЗНИКИ СПЕРМОГРАМ ЧОЛОВІКІВ
ЗА АСТЕНО- ТА ТЕРАТОЗООСПЕРМІЇ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: chemiorkina.viktoria@gmail.com*

Chemiorkina V., Heneha A., Tarnovska A. INDICATORS OF SPERMogram OF MEN FOR ASTENO- AND TERATOZOOSPERMIA. Increasingly, people around the world are faced with fertilization problems and the need to use assisted reproductive technologies. A significant part is related to male infertility. We studied the following indicators: the number of millions of spermatozoa in 1 ml of ejaculate, the time of dilution of the sediment, the number of morphologically normal spermatozoa, the volume of ejaculate.

Все частіше в усьому світі люди стикаються з проблемами запліднення та необхідністю використання допоміжних репродуктивних технологій. У випадку виявлення проблем чи захворювань у жінок протокол дій є більш вивченим ніж у випадку, коли проблема пов'язана із чоловічим фактором. За останні сімдесят років кількість сперматозоїдів в еякуляті та навіть його об'єм значно зменшилися. На чоловіче здоров'я впливають багато факторів: якість життя, пандемія COVID19, війна в Україні, стрес та інші. Також можемо говорити про те, що з часом референтні значення стають все нижчими.

Проводилося дослідження зразків пацієнтів отриманих у вересні 2019, 2020, 2021 та 2022 років. Нами було опрацьовано аналізи 200 чоловіків, віком від 20 до 39 років.

Перед здачею аналізів пацієнт повинен дотримуватися певних вимог, а саме утримання від статевого життя протягом 3 днів, а також відмову від куріння та вживання алкогольних напоїв, це необхідно для отримання достовірних результатів. Також проведення аналізу варто відкласти, якщо в останній місяць в чоловіка спостерігалось підвищення температури вище 38 градусів, а також при системному прийомі антибіотиків.

Після отримання зразку, тару для збору аналізів залишають на теплому столику, що має сталу температуру, 37 градусів, від 20 до 60 хвилин, це потрібно для того щоб сперматозоїди не втрачали своєї рухливості. Після цього необхідно добре пропенітувати зразок, для того щоб він був однорідним. Далі за допомогою дозатору ми беремо 10 мкл на крапаємо на камеру Марклера і вже під мікроскопом ми можемо визначити концентрацію сперматозоїдів в 1 мл еякуляту. Ми вивчали наступні показники: кількість сперматозоїдів в 1 мл еякуляту, час розрідження осаду, кількість морфологічно нормальних сперматозоїдів, об'єм еякуляту.

Серед опрацьованих аналізів лише 10% чоловіків мають показник Фарріса більше 200, що вважалось нижньою межею норми. Хоча серед пацієнтів, що мають індекс менше 200 все одно може спостерігатися діагноз “нормозооспермія”, якщо звертати увагу на такі показники, як кількість сперматозоїдів в 1 мл еякуляту, час розрідження осаду, кількість морфологічно нормальних сперматозоїдів та об'єм.

Проте, після опрацювання всіх аналізів, можемо зробити висновок, що 30.5% пацієнтів мають астено- чи теразооспермію, що в свою чергу супроводжується зміною морфології сперматозоїдів або зменшенням їхньої рухливості, що може призвести до зниження фертильності і як наслідок проблеми з зачаттям.

¹Хамуляк З., ²Вовканич Л., ¹Бабський А.

**ЗМІНА Т-РЕФЛЕКСУ ПЛАНТАРНИХ ЗГІНАЧІВ
ПІСЛЯ СТАТИЧНОГО РОЗТЯГУВАННЯ В ПАЦІЄНТА
І ПЛАСТИКИ П'ЯТКОВОГО СУХОЖИЛКА**

*¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна;*

*²Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського
вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна;
e-mail: zaharhamulyak07@gmail.com*

Hamuliak Z., Vovkanych L., Babsky A. CHANGES IN THE T-REFLEX OF THE PLANTAR FLEXORS AFTER STATIC STRETCHING IN THE PATIENT AFTER ACHILLES TENDON PLASTY. The latent period of

the T-reflex of the control limb was 34.8-37.0 ms, while amplitude was 250-370 μV . On the other hand, in the injured limb, the latent period varied within 19-32 ms, and the amplitude of the response was 170-210 μV . Therefore, we observed a decrease in the amplitude of the T-reflex of the treated limb by 32-43% compared to control.

Згинання у надп'яtkово-гомiлковому суглобi (плантарне згинання) виконують заднi м'язи гомiлки. Для дослiдження функцiональної активностi плантарних згиначiв аналізують T-рефлекс – сухожилний рефлекс у вiдповiдь на удар спецiального електронного молотка. Згiдно попереднiх даних T-рефлекс плантарних згиначiв зменшується на 30-40% одразу пiсля однохвилинного статичного розтягування м'яза (Gallasch E. et al., 2017). В iншому дослiдженнi спостерiгали таке ж зменшення T-рефлексу через 24 год пiсля останнього розтягування (Guissard N. et al., 2003). Про тривалiсть зниження рефлексу у цих роботах не повiдомляється.

Нашою метою було визначити чи вiдбудеться зниження T-рефлексу в пацiєнтiв пiсля пластики п'яtkового сухожилка i на скiльки вiн буде вiдрiзнятись вiд здорової кiнцiвки. Для реєстрацiї T-рефлексу використовували стимуляцiйний електронейромиограф «Нейро-МВП-Микро». Стимуляцiю виконували з використанням неврологiчного молотка з датчиком сили удару, яка становила 3,4 Н. Данi аналізували за допомогою програми «Нейро-МВП.NET» (версiя 3.01.29.0).

Пацiєнт вiком 35 рокiв згiдно програми реабiлітацiї виконував статичне розтягування плантарних згиначiв травмованої стопи щодня по чотири пiдходи на одну хвилину. Здорова кiнцiвка була контрольною для перевiрки T-рефлексу i жодних втручань на неї пацiєнт не виконував. Латентний перiод T-рефлексу контрольної кiнцiвки був у межах 34,8-37,0 мс, а амплiтуда – 250-370 мкВ. За сили удару 3,4 Н спостерiгали чiтку двофазну вiдповiдь з вираженими пiками та переходами мiж фазами. Цi данi близькi до наших попереднiх дослiджень, коли латентний перiод становив 33,4 мс, а амплiтуда – 354 мкВ.

Згiдно отриманих результатiв дослiдження травмованої кiнцiвки латентний перiод електричної вiдповiдi м'язiв коливався у межах 19-32 мс, а амплiтуда вiдповiдi становила 170-210 мкВ. Крива вiдповiдi була згладжена, чiткi пiки вiдсутнi. Отже, ми спостерiгали зменшення амплiтуди T-рефлексу лiкованої кiнцiвки на 32-43% у порiвняннi з контрольною кiнцiвкою. Подальшi дослiдження змiн T-рефлексiв пiсля пластики сухожилкiв перспективнi для вивчення процесу вiдновлення рефлекторних функцiї та створення критерiїв успiшностi реабiлітацiйного впливу.

БІОХІМІЯ BIOCHEMISTRY

Бандура Ю., Бартишева В., Канюка О., Сибірна Н.

РОЛЬ МЕМБРАН ЕНДОПЛАЗМАТИЧНОГО РЕТИКУЛІУМУ,
АСОЦІЙОВАНИХ З МІТОХОНДРІЯМИ, У ДИСФУНКЦІЇ
МІТОХОНДРІЙ КЛІТИН ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ ПРИ
СТРЕПТОЗОТОЦИН-ІНДУКОВАНОМУ ЦУКРОВОМУ ДІАБЕТИ

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

e-mail: Yurii.Bandura@lnu.edu.ua

Bandura Yu., Bartyshcheva V., Kaniuka O., Sybirna N. ROLE OF MITOCHONDRIAL-ASSOCIATED ENDOPLASMIC RETICULUM MEMBRANES IN MITOCHONDRIA DYSFUNCTION OF PANCREATIC CELL IN STREPTOZOTOCIN-INDUCED DIABETES MELLITUS. Mitochondria-associated membranes (MAMs) membranes are specialized structures that provide physical and functional communication between mitochondria and the endoplasmic reticulum (ER). MAMs are key signaling centers for lipid and calcium homeostasis, transport of active oxygen forms, regulation of autophagy, and mitochondrial dynamics. Many studies have shown the importance of MAMs for maintaining the normal functioning of both mitochondria and ER. The development of mitochondrial dysfunction, ER stress, and oxidative stress is responsible for pancreatic beta cell dysfunction. Thus, MAMs, by regulating the transmission of signals between ER and mitochondria, play an important role in the course of these processes in pancreatic cells in pathologies, in particular diabetes mellitus.

Мембрани ендоплазматичного ретикулюму, асоційовані з мітохондріями (MAMs), є спеціалізованими структурами, які забезпечують фізичний та функціональний зв'язок між мітохондріями і ендоплазматичним ретикулюмом (ЕР). MAMs є ключовими сигнальними центрами забезпечення ліпідного та кальцієвого гомеостазу, транспортування активних форм Оксигену, регуляції аутофагії та динаміки мітохондрій. Завдяки багатьом дослідженням було показано важливість MAMs для підтримки нормального функціонування як мітохондрій так і ЕР. Розвиток мітохондріальної дисфункції, стресу ЕР та оксидативного стресу є причиною дисфункції β -клітин підшлункової залози. Таким чином, MAMs, регулюючи передачу сигналів між ЕР та мітохондріями, відіграють важливу роль у перебігу цих процесів у клітинах підшлункової залози при патологіях, зокрема, при цукровому діабеті (ЦД). Було показано, що підтримка постійної відстані MAMs має вирішальне значення для сигналізації інсуліну та впливає на резистентність до інсуліну. Численні дослідження вказують на ключову роль MAMs у мітофагії – процесі вибіркового видалення пошкоджених мітохондрій з клітини. Важливим білком, залученим у процес мітофагії

є лігаза Parkin, яка взаємодіє з MAMs на поверхні мітохондрій і сприяє їхньому убіквітинуванню, що потім розпізнається аутофагосомами і призводить до деградації мітохондрій. Механізм, за допомогою якого Parkin регулює метаболізм глюкози та резистентність до інсуліну, до кінця не вивчений, але вважається, що він задіяний в мітофагії. Мітохондрії є основним джерелом енергії для клітин, і їхня дисфункція може призвести до порушення метаболізму. Таким чином, зв'язок між MAMs і білком Parkin має важливе значення для розуміння патогенезу цукрового діабету.

Метою роботи було дослідити розміри MAMs та вміст білка Parkin у клітинах підшлункової залози за умов стрептозотоцин-індукованого діабету. Методом електронної мікроскопії та за допомогою програмного забезпечення Fiji нами була проведена оцінка MAMs у нормі та за умов ЦД. Контакт між ER та мітохондріями у нормі становить орієнтовно 11–34 нм. За умови цукрового діабету ми спостерігали утворення щільніших контактів: від 8 нм до 17 нм. Також, за допомогою вестерн-блот аналізу, було показано, що за умов експериментального цукрового діабету, спостерігається збільшення рівня білка Parkin на 33% у порівнянні з контрольною групою. Отримані результати допоможуть розшифруванню молекулярного механізму процесу мітофагії у клітинах підшлункової залози за ЦД.

Бандура Ю., Зброцький А., Каниюка О., Сибірна Н.

**РОЛЬ МЕТИЛТРАНСФЕРАЗИ DNMT2 У РОЗВИТКУ
СТРЕПТОЗОТОЦИН-ІНДУКОВАНОГО ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна
e-mail: Yurii.Bandura@lnu.edu.ua*

Bandura Yu., Zbrotskyi A., Kaniuka O., Sybirna N. THE ROLE OF DNMT2 METHYLTRANSFERASE IN THE DEVELOPMENT OF STREPTOZOTOCIN-INDUCED DIABETES. Type 1 diabetes mellitus (T1D) is a disease caused by impaired insulin secretion, which leads to hyperglycemia and the development of oxidative – nitrate stress. Important in the pathogenesis of T1D is a violation of beta-cell metabolism, followed by the accumulation of metabolites and energy depletion of the cell, which leads to apoptosis. One of the main markers of impaired cell metabolism is an increase in the concentration of lactate, which can increase during intense physical exercise or in pathological conditions of the cell.

Цукровий діабет першого типу (ЦД1) – захворювання зумовлене порушенням секреції інсуліну, що призводить до гіперглікемії та розвитку оксидативно-нітративного стресу. Важливим в патогенезі ЦД1 є порушення метаболізму β -клітин з подальшим енергетичним виснаженням клітини, що

призводить до апоптозу. Одним з маркерів порушення метаболізму клітин є лактат, вміст якого може підвищуватися під час інтенсивних фізичних вправах або при патологічних станах клітини. Нещодавні дослідження показали, що високий рівень лактату може впливати на експресію генів та бути регулятором епігенетичних змін, які можуть бути результатом функціонування метилтрансферази DNMT2. Цей фермент забезпечує процес метилювання не лише ДНК, а й РНК. Метилювання є однією з найпоширеніших епігенетичних модифікацій. Процеси метилювання та деметилювання тісно пов'язані з ростом клітин, диференціюванням, транскрипцією та експресією генів.

Метою роботи було дослідити зміни показників, що характеризують метаболічний стан клітини та наявність епігенетичних модифікацій. Нами було досліджено вміст лактату та активність лактатдегідрогенази (ЛДГ) за умов експериментального цукрового діабету. Було показано, що за стрептозоточин-індукованого діабету відбувається збільшення вмісту лактату в гомогенатах підшлункової залози в 1,9 рази та збільшення активності ЛДГ у 1,3 рази порівняно з контрольною групою. Методом вестерн-блот аналізу було показано зростання рівня DNMT2 у тварин з експериментальним цукровим діабетом у 1.4 рази.

Згідно з отриманими даними, за умов експериментального цукрового діабету спостерігається накопичення лактату та зміна рівня DNMT2 – одного з основних ферментів епігенетичної регуляції експресії генів. Отримані нами дані свідчать про порушення гомеостазу у клітинах підшлункової залози за умов гіперглікемії та їхній взаємозв'язок із метилюванням нуклеїнових кислот.

Іваночко М.В., Байляк М.М., Лушак В.І.

**ПРОРОСТКИ БРОКОЛІ НЕ ЗАПОБІГАЮТЬ ЗБІЛЬШЕННЮ ВМІСТУ
ГЛІКОГЕНУ ТА ТРИАЦИЛГЛІЦЕРОЛІВ У ПЕЧІНЦІ МИШЕЙ ПРИ
СПОЖИВАННІ КАФЕТЕРІЙНОЇ ЇЖИ**

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76000, Україна
e-mail: marian.ivanochko.20@pnu.edu.ua*

Ivanochko M., Bayliak M., Lushchak V. BROCCOLI SPROUTS DO NOT PREVENT FROM ACCUMULATION OF GLYCOGEN AND TRIACYLGLYCEROLES IN MURINE LIVER DURING CONSUMPTION OF CAFETERIA DIET. Broccoli sprouts are actively studied as plant food supplement for prevention of the obesity. Addition of broccoli sprouts to cafeteria diet did not prevent the accumulation of glycogen and triacylglyceroles in the liver of mice. Broccoli had a partial metabolic protective effect.

Порушення обміну вуглеводів і ліпідів часто трапляються при розвитку ожиріння через надлишок отриманої енергії. Висококалорійні

харчові продукти, кафетерійна їжа (шоколад, крекер, різні солодоші, жирні м'ясні чи молочні продукти, фаст-фуд) використовують науковці для розвитку та моделювання ожиріння у лабораторних тварин. Викликане ожиріння чи супутні до нього захворювання можна усувати чи полегшувати за допомогою харчових добавок, що містять біологічні активні природні речовини. Проростки броколі активно вивчаються як рослинні харчові добавки для профілактики розвитку ожиріння. Ці препарати багаті на поліфеноли, флавоноїди, вітаміни, ізотіоціанати й інші корисні для людського організму сполуки.

Метою роботи було дослідити вплив проростків броколі і кафетерійної дієти окремо та у комбінації на вміст глікогену та триацилгліцеридів у печінці та м'язах мишей.

Восьмимісячні самці лінії C57BL/6J були поділені на 4 групи по 7-8 особин. Перша група мишей споживала контрольний базовий корм для гризунів. Друга група споживала базовий корм з 5%-вим вмістом (за масою) 3-денних проростків броколі (*Brassica oleracea* var. *Italica*, сорт Калабрезе). Третя група споживала кафетерійну дієту, що включала 30% базового корму та 70% кафетерійних продуктів (солодкого арахісу в шоколаді, шоколаду та шоколадного крекеру). Четверта група споживала комбінацію з кафетерійної дієти та проростків броколі. Після 16 тижнів утримування на дієтах мишей анестезували та відбирали печінку. В отриманих зразках вміст глікогену та триацилгліцеролів визначали спектрофотометрично за допомогою діагностичних наборів.

Вміст глікогену був достовірно вищим у печінці мишей на кафетерійній дієті порівняно з мишами, що споживали базовий корм з додаванням броколі (2 група) та контрольній дієті (1 група). Додавання броколі до кафетерійної дієти не запобігало зростанню вмісту глікогену в печінці мишей. Вміст глікогену при споживанні проростків броколі достовірно не відрізнявся від контрольної групи, проте мав тенденцію до зниження. Вміст триацилгліцеролів був достовірно вищим у печінці мишей на кафетерійній дієті порівняно з мишами другої та першої групи. При додаванні броколі до кафетерійної дієти цей показник був достовірно вищим порівняно з контрольною групою, проте мав тенденцію до зниження порівняно з групою на кафетерійній дієті.

Кафетерійна їжа підвищує вміст глікогену і триацилгліцеролів у зразках печінки мишей, що є очікуваним. Додавання проростків броколі до кафетерійної їжі не запобігає акумуляції глікогену і триацилгліцеридів у печінці мишей, що вказує на часткову метаболічну протекторну дію броколі на фоні кафетерійної дієти.

Дослідження було проведено у рамках проєкту МОН України (№ держреєстрації 0122U000894).

Лилик М., Бандура Ю., Каниюка О., Люта М., Сибірна Н.
ПОРУШЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ КЛІТИН
ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ ЯК НАСЛІДОК ЗМІНИ
ФУНКЦІОНУВАННЯ МІТОХОНДРІЙ ЗА ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: lyutam@gmail.com

Lylyk M., Bandura Yu., Kaniuka O., Liuta M., Sybirna N.
ANTIOXIDANT SYSTEM DISTURBANCE OF PANCREATIC CELLS DUE
MITOCHONDRIAL DYSFUNCTION ASSOCIATED WITH DIABETES
MELLITUS. This study explores alterations in antioxidant enzyme activities, ATP content, and mitophagy in the pancreatic cells under streptozotocin-induced diabetes. Results reveal significant changes in catalase and superoxide dismutase activities, as well as mitophagy patterns, indicating potential targets for diabetes treatment strategies and providing insights into mitochondrial dysfunction in diabetic pancreatic cells.

Цукровий діабет є одним з найпоширеніших хронічних захворювань, яке відоме своїми серйозними наслідками для здоров'я людей у цілому світі. Хоча вже багато років проводяться дослідження з метою вивчення цього захворювання та його механізмів розвитку, все ще існує потреба в глибокому розумінні його причин і наслідків. Один з органів, який особливо страждає за цукрового діабету, є підшлункова залоза. Процеси антиоксидантного захисту та мітофагії, які відбуваються у підшлунковій залозі, можуть бути вирішальними факторами, впливаючи на її функцію та стан здоров'я в цілому.

Метою роботи було визначити вплив розвитку стрептозотоцин-індукованого цукрового діабету на зміни в активності ферментів антиоксидантного захисту, вмісті АТФ та процесу мітофагії у клітинах підшлункової залози. Дослідження проводилося на самцях щурів лінії Вістар масою 150-180 г, у яких індукували цукровий діабет за допомогою стрептозотоцину (55 мг/кг). Активність каталази та супероксиддисмутазу у клітинах підшлункової залози визначали спектрофотометрично, вміст АТФ – з використанням набору ATP Colorimetric/Fluorometric Assay Kit (CN MAK190, Sigma-Aldrich, США) згідно інструкції фірми-виробника, оцінку рівня мітофагії на ультратонких зрізах здійснювали методом електронної мікроскопії за допомогою електронного мікроскопу ПЕМ-100. Для цього підшлункову залозу щурів виділяли, не пошкоджуючи капсулу. Дофіксацію проводили в 1 %-му розчині OsO₄. Матеріал зневоднювали в етанолі зростаючої концентрації, ацетоні і заливали в суміш епону з аралдитом за загальноприйнятими методиками. Ультратонкі зрізи виготовляли на ультрамікротомах УМТП-2 та УМТП-6 та контрастували за Рейнольдсом.

В результаті проведених досліджень встановлено зниження активності каталази в 2,6 раза та супероксиддисмутази в 1,6 раза, зниження вмісту АТФ на 20 % у клітинах підшлункової залози за експериментального цукрового діабету порівняно з контролем. Встановлено, що процес мітофагії за цих же умов характеризувався пошкодженням внутрішньої мітохондріальної мембрани, а не зовнішньої. Ці результати розкривають механізми дисфункції підшлункової залози за цукрового діабету, наголошуючи на ролі оксидативного стресу та мітофагії. Додаткові дослідження необхідні для розуміння у повній мірі дисфункції мітохондрій у клітинах підшлункової залози за цукрового діабету та визначення потенційних терапевтичних цілей для лікування цього захворювання.

Мончаківська А., Ковалевська Л., Кашуба О.

**ФАКТОРИ ІМУННОЇ ВІДПОВІДІ ХВОРИХ НА ХРОНІЧНИЙ
ЛІМФОЛЕЙКОЗ ІЗ КОМОРБІДНІСТЮ COVID19**

*Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології
імені Р.С. Кавецького НАН України
вул. Васильківська, 45, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: annamonchakivska@gmail.com*

Monchakivska A., Kovalevska L., Kashuba E. RESPONSE OF IMMUNE SYSTEM OF PATIENTS WITH CHRONIC LYMPHOLEUKOSIS WITH COVID19 COMORBIDITY. The impact of the COVID19 disease on the course of chronic lymphocytic leukemia (CLL) is still not well understood, despite a significant number of scientific publications. According to performed bioinformatics analysis, the characteristic changes in CLL patients with the COVID19 burden are decreased levels of IL6 and IL10 in peripheral blood. Now we are performing experimental studies on an expression pattern of the above-mentioned genes at the mRNA and protein levels in B-CLL cells.

Про вплив COVID19 на перебіг хронічного лімфолейкозу (ХЛЛ) є значна кількість повідомлень розрізних клінічних випадків, які свідчать про атипові зміни картини перебігу захворювання на ХЛЛ. Відомо, наприклад, про випадки швидкого розвитку клонів злоякісних лімфоцитів за ХЛЛ на тлі COVID-19 (*Largeaud L., et al., 2021*), а також маскування захворювання COVID-19 за ХЛЛ (*Zhao Y., et al., 2020*), появу В-клітин з атиповим імунофенотипом при ХЛЛ (*Scarfo L., et al., 2020*), тощо. Тому важливим є проведення систематичного аналізу асоціацій між ХЛЛ і COVID19, що дасть змогу в подальшому запропонувати підходи до корекції лікування хворих.

Метою роботи є аналіз асоціативних зв'язків між імунофенотиповими характеристиками злоякісних В-клітин, імуною відповіддю організму хворих і супутньою коронавірусною інфекцією.

Використовували імунофлуоресцентну мікроскопію і FACS для визначення рівня протеїнів, к-ПЛР для визначення експресії генів, методи біоінформатики та статистичні методи.

Зібрано колекцію із 30 зразків периферичної крові хворих на ХЛЛ. В даній когорті є особи, які хворіли на COVID19. Ретроспективно (до початку пандемії) вибрано 38 зразків периферичної крові хворих на ХЛЛ. Визначено основні субпопуляції лімфоцитів та рівні прозапальних цитокинів у периферичній крові. Проведено біоінформатичний аналіз відкритих баз даних (figshare.com, disgenet.org) щодо можливого використання рівнів цитокинів у крові хворих як предиктивних факторів перебігу ХЛЛ.

За результатами біоінформатичного аналізу встановлено, що характерними змінами за COVID19 є зниження рівнів IL6 і IL10 у зразках периферичної крові. Наразі проводяться експериментальні дослідження рівня експресії вищевказаних генів на рівні мРНК і протеїнів у клітинах ХЛЛ.

Мороз А.¹, Наум Ю.¹, Ломов А.¹, Бродяк І.¹, Кухарська А.², Сибірна Н.¹

**ВПЛИВ ЕКСТРАКТУ ПЛОДІВ ДЕРЕНУ СПРАВЖНЬОГО
(*CORNUS MAS L.*) СОРТУ 'УНОЛОК' НА ЕРИТРОЦИТИ КРОВІ ЗА
СТРЕПТОЗОТОЦИН-ІНДУКОВАНОГО ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Вроцлавський університет природничих наук
вул. Хелмонського, 37/41, м. Вроцлав, 51-630, Польща
e-mail: Yuliia.Naum@lnu.edu.ua

Moroz A., Naum J., Lomov A., Brodyak I., Kucharska A. Z., Sybirna N. EFFECT OF THE FRUIT EXTRACT OF CORNELIAN CHERRY OF THE 'UHOLOK' CULTIVAR ON THE ERYTHROCYTES OF BLOOD IN STREPTOZOTOCIN-INDUCED DIABETES MELLITUS. The extract from fruits of the 'Uholok' cultivar of cornelian cherry corrects morpho-functional state of the erythrocytes and, therefore, might be a potential drug in the prevention of erythrocyte disorders under diabetes mellitus.

За цукрового діабету (ЦД) на тлі підвищеної концентрації глюкози виявляють значні порушення морфології та функціонального стану еритроцитів (Rogers *et al.*, 2020). Довготривала гіперглікемія призводить до неензиматичного глікозилювання білків і ліпідів з утворенням кінцевих продуктів глікації, які зумовлюють порушення структури білково-ліпідних комплексів, зниження текучості мембран. Усі ці зміни взаємопов'язані з дисбалансом системи антиоксидатного захисту та розвитком оксидативного стресу (Juan *et al.*, 2021). Тож задля нормалізації функціонального стану системи крові та попередження розвитку ускладнень за ЦД важливим є пошук нових препаратів, особливо на основі рослинної сировини. Перспективними є рослини роду *Cornus*. Біоактивні речовини, які наявні в плодах цих рослин, характеризуються широким спектром біологічних

властивостей. Тому метою нашої роботи було дослідити вплив екстракту плодів дерену справжнього (*Cornus mas* L.) сорту 'Uholok' на морфо-функціональний стан клітин еритроциту периферичної крові щурів за стрептозотоцин-індукованого ЦД.

Експерименти проводили на щурах-самцях лінії Wistar масою 140–150 г. Діабет індукували внутрішньоочеревинним введенням стрептозотоцину з розрахунку 55 мг/кг маси тіла, розчиненого в 10 мМ цитратному буфері. Після розвитку діабету щурам перорально вводили екстракт плодів сорту 'Uholok' у дозі 20 мг/кг маси тіла впродовж 14 днів. На останній день експерименту тварин усіх дослідних груп декапітували під ефірним наркозом, здійснювали забір крові та визначали кількість еритроцитів в 1 мкл крові, ретикулоцитів, добову продукцію ретикулоцитів, резистентність еритроцитів до кислотного гемолітика, вміст глікованого гемоглобіну, вимірювали концентрацію гемоглобіну, розраховували середній вміст гемоглобіну в одному еритроциті, кольоровий показник.

За стрептозотоцин-індукованого діабету у щурів встановлено зниження кількості еритроцитів, концентрації гемоглобіну, середнього вмісту гемоглобіну та кольорового показника на фоні підвищення відсоткового вмісту глікованого гемоглобіну. За введення тваринам з ЦД екстракту плодів дерену справжнього сорту 'Uholok' підвищується кількість еритроцитів (на 40%), концентрація гемоглобіну (на 25%), середній вміст гемоглобіну, кольоровий показник і достовірно знижується вміст глікованого гемоглобіну (з 8,8 до 6,7%). Позитивний вплив досліджуваного екстракту на клітини еритроциту периферичної крові було виявлено і на основі зміни загальної кількості ретикулоцитів та їхньої добової продукції, а також за показниками, які дали змогу охарактеризувати різновкові популяції еритроцитів залежно від стійкості до дії кислотного гемолітика. Отже, екстракт плодів дерену справжнього сорту 'Uholok' проявляє коригуючий вплив на морфо-функціональний стан еритроцитів. Встановлені зміни обумовлені антиоксидантними й антигіперглікемічними властивостями біологічно активних речовин (антоціани, іридоїди, флавоноли), які наявні у складі екстракту плодів *Cornus mas* L.

Охович А., Дем'янчук О., Байляк М.

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНОФОСФАТАЗНОЇ АКТИВНОСТІ ПАРАОКСОНАЗИ У ПЛАЗМІ КРОВІ МИШЕЙ

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна
e-mail: anna.okhovych.20@pnu.edu.ua*

Okhovych A., Demianchuk O., Bayliak M. OPTIMIZATION OF CONDITIONS FOR THE DETERMINATION OF ORGANOPHOSPHATASE ACTIVITY OF PARAOXONASE IN MOUSE BLOOD PLASMA. Paraoxonase

(PON) is a hydrolase that has several activities, in particular organophosphatase activity. Low PON1 activity has been associated with increased risk of major cardiovascular events. The optimization of conditions for enzyme activity determination was performed on the blood plasma of 3-month-old male C57BL/6J mice using paraoxon-ethyl as a substrate. For paraoxon-ethyl-dependent PON activity, the pH optimum is 8.0-9.0, the Michaelis-Menten constant is 229 ± 22 (μM), and the maximum reaction rate ($\Delta\text{D}/\text{min}$) is 0.070 ± 0.009 . The optimal volume of blood plasma for linearity of the reaction is 15-20 μL .

Параоксоназа (ПОН) – фермент класу гідролаз, який має 3 ізоформи: PON1, PON2 та PON3. Усі вони синтезуються печінкою, але тільки PON1 та PON3 секретуються в кров. Вважається, що активність PON3 є в декілька разів меншою, ніж PON1 у плазмі крові. Кожна з ізоформ має унікальну спорідненість до різних субстратів. Розрізняють 3 активності параоксоназ залежно від природи субстрату – орґанофосфатазну, арилестеразну та лактоназну. Параоксоназа відіграє важливу роль у метаболізмі та детоксикації ксенобіотиків, а саме орґанофосфатів, таких як параоксон, знижуючи його токсичність. Низька активність PON1 асоціюється з підвищеним ризиком серйозних серцево-судинних ускладнень. Визначення кінетичних характеристик параоксон-залежної активності параоксонази може допомогти розкрити механізми токсичності параоксону, що, своєю чергою, може мати важливе значення для розробки нових стратегій лікування або профілактики.

Підбір умов на визначення орґанофосфатазної активності ПОН проводили у плазмі крові 3-місячних самців мишей лінії C57BL/6J. Мишей евтаназували за допомогою анестезії, спричиненої вуглекислим газом. Зразки крові брали з ретроорбітального синуса, збирали в пробірки з гепарином і центрифугували (1500 g, 15 хв, 4 °C) для отримання плазми. Отриману плазму крові використовували для визначення активності ферменту і зберігали на льоду до аналізу. Орґанофосфатазну активність ПОН визначали з параоксон-етилом як субстратом за утворенням 4-нітрофенолу за довжини хвилі 405 нм. Підбір на визначення рН-оптимуму проводили в діапазоні рН від 6,0 до 10,5 (з кроком 0,5) за використання буферів – калій-фосфатного, трис-НCl або Na-гліцинового. Інші компоненти суміші були незмінні (1 мМ CaCl₂, 1 мМ NaCl, 1 мМ параоксон-етилу). Компоненти суміші для визначення кінетичних характеристик (у кінцевих концентраціях): 50 мМ трис-НCl (рН 8,0), 1 мМ CaCl₂, 1 мМ NaCl, 0-2 мМ параоксон-етил у загальному об'ємі проби 1 мл. Реакцію ініціювали додаванням 20 мкл плазми крові. Після визначення рН-оптимуму та кінетичних характеристик (V_{max}, K_m) визначали залежність швидкості реакції від кількості доданого препарату (0-50 мкл плазми) у суміші, що містила 1 мМ CaCl₂, 1 мМ NaCl, 1,5 мМ параоксон-етилу.

Проведені досліді дали змогу встановити, що рН-оптимум для орґанофосфатазної активності ПОН становить 8,0-9,0. Константа Міхаеліса-Ментен (Km) для параоксон-етил-залежної активності ПОН становить 229 ± 22 (мкМ), а максимальна швидкість реакції (V_{max} , $\Delta D/xv$) – $0,070 \pm 0,009$. Швидкість реакції прямо пропорційно залежить ($R^2 = 0,983$) від кількості доданої плазми крові у використаному діапазоні (5-50 мкл). Для економії препарату (плазми крові мишей) за результатами визначення параоксон-етил-залежної активності ПОН з різними кількостями препарату було обрано об'єм плазми крові 15-20 мкл, за якого спостерігається чітка лінійність реакції.

Робота була виконана за фінансової підтримки МОН України (№ держреєстрації 0123U101790).

Пермяков В., Гачкова Г., Сибірна Н.

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН БЕЗАЛКАЛОЇДНОГО
ЕКСТРАКТУ GALEGA OFFICINALIS НА АКТИВНІСТЬ
АЛЬФА-ГЛЮКОЗИДАЗИ *IN VITRO*

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: valerii.permiakov@lnu.edu.ua*

Permiakov V., Hachkova H., Sybirna N. *IN VITRO* ALPHA-GLUCOSIDASE INHIBITION ACTIVITY OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF ALKALOID-FREE EXTRACT GALEGA OFFICINALIS. The hypoglycemic properties of biologically active substances isolated from *Galega officinalis* L. were studied. The use of alkaloid-free extract of *G. officinalis* contributed to a significant increase of glucose tolerance under experimental diabetes mellitus. This led to significant reduction of integrated glycemic index – the area under the curve of glucose. The inhibitory effect of *G. officinalis* extract on the α -glucosidase was revealed. The ability of *G. officinalis* extract to inhibit α -glucosidase as one of the possible mechanisms of established hypoglycemic action was studied.

Цукровий діабет (ЦД) – це хронічне захворювання, яке виникає внаслідок дисфункції β -клітин острівців Лангерганса підшлункової залози (ЦД 1 типу) або інсулінорезистентності (ЦД 2 типу). Це призводить до зниження засвоєння глюкози та розвитку гіперглікемії (Kahn, 2003). α -глюкозидаза є одним з ферментів, які беруть участь в обміні вуглеводів. Інгібітори α -глюкозидази є важливим класом антидіабетичних препаратів, механізм дії яких полягає у зниженні постпрандіальної гіперглікемії. Інгібітори α -глюкозидази, а саме, воглібоза, акарбоза та міглітол регулюють постпрандіальну гіперглікемію у пацієнтів, хворих на ЦД (Daou et al., 2022). Проте, ці препарати виявляють побічні ефекти, зокрема, гепатотоксичність, збільшення ваги та порушення серцево-судинної системи. Тому є потреба

у створенні нових, природних і ефективніших засобів, які виявляють цю активність.

Метою роботи було дослідити вплив біологічно активних речовин безалкалоїдного екстракту *Galega officinalis* на толерантність до глюкози за умов експериментального ЦД та на активність α -глюкозидази *in vitro*.

Експериментальний ЦД індукували введенням стрептозотоцину у дозі 55 мг/кг маси тіла тварини. Безалкалоїдний екстракт *G. officinalis* отримували згідно методики описаної в патенті (Сибірна та ін., 2015; 4201407978). Отриманий екстракт стабілізували за допомогою біогенних поверхнево-активних речовин, які синтезуються штамом *Pseudomonas sp.* PS-17.

Для оцінки антигіперглікемічної дії безалкалоїдного екстракту *G. officinalis* було проведено тест толерантності до глюкози. Аналіз глікемічних кривих показав, що одноразове введення екстракту *G. officinalis* покращувало толерантність до глюкози у здорових та хворих на ЦД тварин. За показниками глюкозотолерантного тесту розраховували площу під глікемічними кривими, що відображає загальне підвищення концентрації глюкози після глюкозного навантаження. Встановлено, що при одноразовому введенні безалкалоїдного екстракту *G. officinalis* площа під глікемічними кривими знижувалася на 16 % у тварин контрольної групи та на 10 % у тварин з експериментальним ЦД. Показано здатність біологічно активних речовин, наявних у складі досліджуваного екстракту інгібувати активність α -глюкозидази *in vitro*. В основі гіпоглікемічної дії екстракту *G. officinalis* є здатність біологічно активних речовин, наявних у його складі, покращувати толерантність до глюкози завдяки інгібуванню активності α -глюкозидази.

Петрин Т., Нагалєвська М., Сибірна Н.

ВПЛИВ ЛІКАРСЬКОГО ГРИБА *GANODERMA LUCIDUM*
(*AGARICOMYCETES*) НА ЕРИТРОЦИТИ ЗА УМОВ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005, Україна
e-mail: tetiana.petryn@lnu.edu.ua

Petryn T., Nagalievskaya M., Sybirna N. THE EFFECT OF THE *GANODERMA LUCIDUM* (*AGARICOMYCETES*) ON THE ERYTHROCYTES UNDER EXPERIMENTAL METABOLIC SYNDROME. It was established that the administration of the *G. lucidum* extract to animals with metabolic syndrome has a positive corrective effect on the erythron system, leading to the normalization of the number of erythrocytes and hemoglobin concentration, a decrease in the number and daily production of reticulocytes, and an increase in the resistance of erythrocyte membranes to acid hemolysis.

Метаболічний синдром (MetS) – це група факторів ризику, що збільшують ймовірність виникнення серцево-судинних захворювань та цукрового діабету. Інсулінорезистентність і, як наслідок, гіперглікемія, є одними із найважливіших провокуючих чинників для розвитку патологічних станів. У деяких дослідженнях було продемонстровано, що інсулінорезистентність пов’язана зі збільшенням кількості еритроцитів, а тривала гіперглікемія призводить до скорочення тривалості життя еритроцитів (Wang et al., 2021).

Лікарському грибу *Ganoderma lucidum* приділяють значну увагу та розглядають його як потенційний профілактичний та лікувальний засіб для лікування серцево-судинних і метаболічних захворювань через його виражені гіпоглікемічні та антиоксидантні властивості. Тому метою нашої роботи було дослідити вплив суспензії, отриманої з ліофільно висушеного водного екстракту міцелію гриба *G. lucidum*, на функціональний стан еритроцитів за експериментального MetS.

Дослідження проводили на білих щурах самцях лінії Wistar, у яких індукували MetS за допомогою 10 %-го розчину фруктози, який упродовж 42 діб тварини споживали замість питної води. Тварин було розділено на чотири групи: контрольні тварини (C); тварини з експериментальною патологією (MetS); контрольні тварини та тварини з MetS, яким вводили екстракт міцелію гриба *G. lucidum* ((C+G) та (MetS+G), відповідно).

Було встановлено, що MetS характеризується підвищенням кількості еритроцитів на 14,7 % на фоні зниження концентрації гемоглобіну на 28,2 % у порівняно з контролем. Оскільки відомо, що гіпоксія спричиняє підвищену секрецію еритропоетину, внаслідок чого посилюється еритропоез, ми вирішили дослідити кількість та добову продукцію ретикулоцитів. Встановлено, що метаболічний синдром супроводжується збільшенням кількості та добової продукції ретикулоцитів у 2,5 раза, у порівнянні з контролем, натомість споживання суспензії екстракту *G. lucidum* зумовлювало нормалізацію кількості еритроцитів, концентрації гемоглобіну, кількості та добової продукції ретикулоцитів. Також MetS супроводжувався зниженням стійкості еритроцитів до дії кислотного гемолітика: кількість гемолізованих еритроцитів на піку гемолізу була вищою на 30,8 % у порівнянні з контрольними тваринами, а тривалість гемолізу була скорочена до 6,5 хв. За введення екстракту хворим тваринам ми спостерігали зміщення піку еритрограми праворуч та зростання часу гемолізу з 6,5 хв до 8 хв.

Показано, що введення екстракту *G. lucidum* тваринам з MetS має позитивний коригуючий ефект на систему еритроноу, зумовлюючи нормалізацію кількості еритроцитів та концентрації гемоглобіну, зменшення кількості та добової продукції ретикулоцитів і зростання стійкості мембран еритроцитів до кислотного гемолітика.

Радонь О., Петрин Т., Нагалєвська М., Сибірна Н.

ЗМІНИ ВМІСТУ СТАБІЛЬНИХ МЕТАБОЛІТІВ ОКСИДУ НІТРОГЕНУ
В ПЕЧІНЦІ ЩУРІВ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТАБОЛІЧНОГО
СИНДРОМУ ТА НА ФОНІ ЗАСТОСУВАННЯ ТРУТОВИКА
ЛАКОВОГО (*GANODERMA LUCIDUM* (W. CURT.:FR.) P. KARST)

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів, 79005, Україна
e-mail: olgaradon3301@gmail.com

Radon O., Petryn T., Nagalievskia M., Sybirna N. CHANGES IN THE CONTENT OF STABLE METABOLITES OF NITROGEN OXIDE IN THE RATS LIVER UNDER THE EXPERIMENTAL METABOLIC SYNDROME AND ON THE BACKGROUND OF *Ganoderma lucidum* (W. Curt.:Fr.) P. Karst) USAGE. The metabolic syndrome is accompanied by an increase in the concentration of NO_2^- and NO_3^- in the liver which may lead to liver dysfunction. Administration of *Ganoderma lucidum* mushroom to animals with metabolic syndrome for 7 days, caused a decrease in the content of NO_2^- and NO_3^- in the liver, respectively by 24.41% and 26.73%. After longer use (14 days), a decrease in the content of NO_2^- and NO_3^- compared to animals with metabolic syndrome was established by 34.74% and 58.74%, respectively.

Оксидативний стрес відіграє ключову роль у розвитку та прогресуванні метаболічного синдрому. Встановлено, що у пацієнтів, що страждають на метаболічний синдром спостерігається підвищена концентрація біомаркерів оксидативного стресу та зниження антиоксидантного захисту. Розвиток оксидативного стресу поруч з надмірним відкладенням жиру в печінці може спричинити розвиток стеатозу, що є початковим етапом неалкогольної жирової хвороби печінки, яка вважається одним із печінкових проявів метаболічного синдрому. З огляду на це важливим є оцінка ефективності терапії метаболічного синдрому в контексті дослідження антиоксидантного захисту клітин печінки. Захворювання печінки мають важливий вплив на гомеостаз всього організму, а хронічне захворювання цього органу є недооціненою проблемою охорони здоров'я у світі.

Мета роботи - дослідити вплив суспензії екстракту міцелію трутовика лакового (*Ganoderma lucidum* (W. Curt.:Fr.) P. Karst) на вміст стабільних метаболітів оксиду нітрогену в печінці контрольних тварин і тварин з експериментальним метаболічним синдромом.

Метаболічний синдром індукували шляхом впоювання тварин відповідної групи впродовж 42 днів 10% розчином фруктози замість питної води. Контрольні тварини споживали стандартний корм для лабораторних тварин і питну воду. Суспензію екстракту трутовика лакового вводили тваринам впродовж 14 днів, з розрахунком 1 г на 1 кг маси тіла. Вміст NO_2^- і NO_3^- визначали на основі утворення забарвленого комплексу в результаті реакції солі діазонію, яка утворюється при взаємодії NO_2^- з сульфаніламідом в кислому середовищі за наявності N(1-нафтил)-етилендіаміну.

У щурів з метаболічним синдромом встановлено зростання концентрації NO_2^- і NO_3^- у тканинах печінки на 54,46% і 140,91%, відповідно, порівняно із контрольними тваринами.

Після введення тваринами з метаболічним синдромом трутовика лакового впродовж 7 днів, було виявлено зниження вмісту NO_2^- і NO_3^- у печінці на 24,41% і 26,73%, відповідно. А після тривалішого застосування (14 днів) встановлено зниження вмісту NO_2^- і NO_3^- порівняно із тваринами із метаболічним синдромом на 34,74% і 58,74%, відповідно.

Сокальська А., Гачкова Г., Сибірна Н.

СТАН АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ У ПЕЧІНЦІ ЩУРІВ ЗА УМОВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ ТА ПРИ ВВЕДЕННІ ЕКСТРАКТУ КОЗЛЯТНИКА ЛІКАРСЬКОГО

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: anastasiia.sokalska@lnu.edu.ua*

Sokalska A., Hachkova H., Sybirna N. STATE OF ANTIOXIDANT SYSTEM IN LIVER OF RATS UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS DURING CORRECTION OF *GALEGA OFFICINALIS* EXTRACT. The effect of alkaloid-free fraction from *Galega officinalis* extract on the indicators of prooxidant-antioxidant balance was investigated in liver rats under conditions of experimental diabetes mellitus. It was shown that alkaloid-free *Galega officinalis* extract prevents oxidative stress development in liver rats with streptozotocin-induced diabetes, providing antioxidant mechanisms to protect. The revealed biological effect could be explained by the presence of biologically active substances with antioxidant properties in the extract composition (phytol, flavonoids and phenolic acids).

Порушення синтезу і/або секреції інсуліну або порушення передачі інсулінового сигналу призводить до зниження поглинання глюкози тканинами, і як наслідок, до розладу метаболізму. Відомо, що запалення та оксидативний стрес, індукований гіперглікемією, зумовлюють ураження багатьох органів і систем організму, серед яких печінка. Відтак, антиоксидантна та протизапальна терапія є обґрунтованим підходом для профілактики та лікування супутніх захворювань цукрового діабету, причиною яких є оксидативний стрес. З огляду на те, що не всі антиоксиданти однаково ефективно запобігають розвитку окиснювальних пошкоджень печінки та інших органів і тканин, триває пошук нових антиоксидантів, і зокрема, природного походження.

Натуральні рослинні екстракти та біологічно активні сполуки, виділені з лікарських рослин підтвердили свою ефективність у профілактиці та лікуванні різних патологій, пов'язаних з оксидативним стресом (Dedvisitsakul, 2022). Тому метою роботи було з'ясувати вплив безалкалоїдного екстракту *G. officinalis* на маркерні показники

оксидативного стресу у печінці щурів за умов експериментального цукрового діабету (ЕЦД).

ЕЦД індукували внутрішньоочеревним введенням стрептозоточину (5,5 мг/100 г маси тіла). Безалкалоїдний екстракт *G. officinalis*, стабілізований за допомогою біогенних поверхнево-активних речовин рамноліпідної природи, які синтезуються штамом *Pseudomonas sp.* (PS-17), вводили тваринам *per os* у дозі 0,6 г/кг маси тіла впродовж чотирнадцяти днів.

Встановлено порушення окиснювального гомеостазу у печінці щурів за умов стрептозоточин-індукованого діабету, що супроводжувалося накопиченням ТБК-позитивних продуктів, зниженням активності супероксиддисмутази і каталази (на 13 та 16,7 %, відповідно) та вмісту відновленого глутатіону (на 17,5 %) порівняно з контролем. Введення безалкалоїдного екстракту *G. officinalis* тваринам з ЕЦД сприяло пригніченню процесів ліпопероксидації мембран гепатоцитів, активації каталази та істотно не впливало на вміст неферментативного антиоксиданту – відновленого глутатіону. Отримані результати підтверджують антиоксидантну дію цього екстракту за умов ЕЦД. Виявлений біологічний ефект можна пояснити наявністю у складі екстракту біологічно активних речовин з антиоксидантними властивостями (фітол, флавоноїди та фенольні кислоти).

Степанюк С., Петрин Т., Нагалєвська М., Сибірна Н.

ВПЛИВ ТРУТОВКА ЛАКОВОГО (*GANODERMA LUCIDUM* (W. CURT.:FR.) P. KARST) НА ВМІСТ СТАБІЛЬНИХ МЕТАБОЛІТІВ ОКСИДУ НІТРОГЕНУ В ЕРИТРОЦИТАХ ТВАРИН З МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: sophiastepanyuk47@gmail.com

Stepaniuk S., Petryn T., Nagalievskaya M., Sybirna N. INFLUENCE OF *GANODERMA LUCIDUM* (W. CURT.:FR.) P. KARST ON THE CONTENT OF STABLE METABOLITES OF NITRIC OXIDE IN ERYTHROCYTES OF ANIMALS WITH METABOLIC SYNDROME. Metabolic syndrome was accompanied by an increase in the content of nitrates by 21%, and nitrites by 4%, relative to control values. The administration of the medicinal mushroom extract caused the normalization of the studied parameters. Against the background of the use of the studied extract, a decrease in nitrate content by 17% and nitrite content by 4% was established, compared to animals with metabolic syndrome.

Метаболічний синдром (MetS) – це переддіабетичний стан, який включає в себе гіпертонію, центральне ожиріння (відкладання жирової клітковини в абдомінальній ділянці), інсулінорезистентність і атерогенну дисліпідемію. Надмірне утворення активних форм Оксигену також часто

асоціюють з метаболічним синдромом. Активні форми Оксигену можуть індукувати резистентність до інсуліну, що є невід’ємною складовою прогресування метаболічного синдрому. Оксид Нітрогену (NO) відіграє важливу роль як вазодилататор, вазопротектор, бронходилататор і медіатор запалення. Визначення вмісту стабільних метаболітів NO – нітритів/нітратів часто використовують для моніторингу стану здоров’я пацієнтів із серцево-судинними захворюваннями. Оцінка вмісту стабільних метаболітів оксиду Нітрогену є перспективним напрямком у клінічній діагностиці різних патологічних станів та оцінці ефективності їхньої терапії. Багатообіцяючим напрямком терапії метаболічного синдрому є застосування медичних грибів, серед яких особливо перспективним є трутовик лаковий (*Ganoderma lucidum* (W. Curt.:Fr.) P. Karst). Велика кількість експериментальних даних свідчить про те, що фармакологічна активність *G. lucidum* пов’язана з антиоксидантною активністю.

Метою роботи було дослідити вплив екстракту гриба *Ganoderma lucidum* на вміст нітратів і нітритів в еритроцитах щурів у нормі та на моделі експериментального MetS.

Дослідження проводили на білих щурах самцях лінії Wistar, у яких індукували MetS за допомогою 10 %-го розчину фруктози, який упродовж 42 діб тварини споживали замість питної води. Тварин було розділено на чотири групи: контрольні тварини; тварини з експериментальним метаболічним синдромом; контрольні тварини та тварини з метаболічним синдромом, яким вводили екстракт міцелію гриба *G. lucidum*.

MetS супроводжувався зростанням вмісту нітратів на 21% та нітритів на 4 %, щодо контрольних значень. Введення екстракту медичного гриба супроводжувалося нормалізацією досліджуваних показників. На фоні застосування досліджуваного екстракту за умов метаболічного синдрому було встановлено зниження вмісту нітратів на 17 % та нітритів на 4 %, щодо тварин з MetS. Можна припустити, що встановлений ефект обумовлений наявністю у складі *G. lucidum* таких компонентів як полісахариди, тритерпени, флавоноїди та пептидоглікани, які проявляють виражену антиоксидантну дію.

Шупарська О.¹, Стасик О. В.², Стасик О. Г.^{1,2}

**ВПЛИВ РЕКОМБІНАНТНОГО АЛЬФА-СИНУКЛЕЇНУ НА
ЧУТЛИВІСТЬ КЛІТИН ДРІЖДЖІВ *OGATAEA POLYMORPHA* ДО
НАДЛИШКУ ІОНІВ Mn²⁺**

¹ Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського 4, Львів 79005, Україна

² Інститут біології клітини, НАН України
вул. Драгоманова 14–16, Львів 79005, Україна
e-mail: olena.shuparska@lnu.edu.ua

Shuparska O.,¹ Stasyk O.V.², Stasyk O.G.^{1,2}. EFFECT OF RECOMBINANT ALPHA-SYNUCLEIN ON THE SENSITIVITY OF YEAST CELLS

OGATAEA POLYMORPHA TO EXCESS OF Mn^{2+} IONS. The purpose of our study was to evaluate the effects of excess manganese ions on the viability and catalase in *Ogataea polymorpha* cells expressing human neuronal alpha-synuclein. It was shown that increasing of Mn^{2+} concentrations in the culture medium reduced biomass growth in the wild-type strain compared to the NCYC495/*SNCA-GFP* model strain, which exhibited less toxicity from Mn^{2+} ions. The results suggest α -synuclein's protective role and potential as a manganese ion chelator.

Хвороба Паркінсона (ХП) – друге за поширеністю хронічне нейродегенеративне захворювання, яке характеризується появою тілець Леві з агрегованим альфа-синуклеїном (Huang et al., 2022). Альфа-синуклеїн, цитоплазматичний білок, що міститься в пресинаптичних нервових закінченнях, бере участь у вивільненні нейромедіаторів і багатьох інших процесах мембранного транспорту. Епідеміологічні дослідження виявили існування кореляції між ХП та впливом гербіцидів/пестицидів і важких металів на людський організм (Miah et al., 2020). Манган – есенціальний метал, який бере участь у багатьох фізіологічних процесах (Pfalzer et al., 2017), проте порушення гомеостазу мангану, зокрема, надмірний його вплив корелює з підвищенням ризику розвитку ХП (Miah et al., 2020).

Мета дослідження полягала в оцінці впливу надлишку іонів Мангану на життєздатність клітин і активності каталази в клітинах *Ogataea polymorpha*, які експресують розчинний нейрональний білок людини альфа-синуклеїн. Аналіз життєздатності клітин за впливу різних концентрацій $MnCl_2$ здійснювали за даними швидкості росту модельного штаму та кількістю мертвих клітин з використанням флюоресцентного барвника – бромистого етидію (EtBr). Детекцію альфа-синуклеїну, кон'югованого зі зеленим флюоресцентним білком (GFP), здійснювали методом флюоресцентного аналізу. Цитозольні активні форми Оксигену виявляли з використанням дихлорфлюоресцеїн-діацетату (DCF-DA).

Встановлено, що зі збільшенням концентрації іонів Mn^{2+} у середовищі культивування, приріст біомаси штаму дикого типу NCYC495 рг був значно нижчим, порівнюючи з модельним штамом NCYC495/*SNCA-GFP*, в якого токсичний вплив іонів Mn^{2+} був менш вираженим. Відсоток клітин, у яких EtBr зв'язувався з ДНК, суттєво нижчий у NCYC495/*SNCA-GFP* порівнюючи зі штамом дикого типу. Результати вказують на протекторну роль альфа-синуклеїну у виживанні клітин і його властивості, як потенційного хелатора іонів Мангану. Активність каталази, як маркерного фермента системи антиоксидантного захисту, у модельного штаму на 24 год культивування в середовищі з надлишком іонів Mn^{2+} була вищою, порівнюючи зі штамом дикого типу, проте на 48 год активність ферменту знижувалася. За допомогою DCF-DA було виявлено, що за підвищених концентрацій екзогенного Mn^{2+} у клітинах дикого типу та модельного

штамів вміст АФО збільшувався. Проте таке зростання рівня АФО не призводило до агрегації гетерологічного альфа-синуклеїну в клітинах модельного штаму NCYC495/*SNCA-GFP*.

Таким чином, іони Мангану у надлишку не зумовлювали цитотоксичного ефекту, не викликали агрегації рекомбінантного альфа-синуклеїну та не призводили до значної загибелі клітин модельного штаму з конститутивною експресією альфа-синуклеїну, а сам людський білок за таких умов функціонував як цитопротектор.

Chala D., Sabadashka M., Sybirna N.

**IMPACT OF GRAPE POMACE EXTRACT UNDER DIABETES-INDUCED
HYPERGLYCEMIA AND DYSLIPIDEMIA**

*Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo 4, 79005 Lviv, Ukraine
e-mail: Dariya.Hertsyk@lnu.edu.ua*

According to the data of the World Health Organization, diabetes mellitus (DM) is a chronic metabolic disease, which is characterized by the increased glucose level in blood. The International Diabetes Federation notes that 463 million people suffer from DM, and by 2045 this number may reach 700 million (Galicia-Garcia, 2020).

Scientists from all over the world are looking for substances with hypoglycemic activities that can be used as a basis for diabetes-correcting drugs. Researchers focus their attention on the natural compounds, which rarely have side effects on the organism, while their therapeutic effect is not inferior to artificially synthesized drugs. Among such natural compounds, polyphenols occupy an important place. A huge amount of these compounds is contained in grape, especially in grape's skin and seeds (Elejalde, 2021; Sabadashka, 2021).

The aim of our research was to study the hypoglycemic effect of grape pomace extract rich in a natural complex of polyphenols (NCP extract) and the impact of this extract on lipid profile in blood plasma under type 1 DM in rats.

We indicated increased indexes of the area under the glycemic curves (AUC_{glu}) both after glucose, and starch loading. Hyperglycemia leads to increased non-enzymatic attachment of glucose and other carbohydrates to proteins, and the total level of advanced glycation end products (AGEs), in particular fructosamine, increases in the blood plasma. An increase in the total content of AGEs in pancreatic cells has also been established under DM. Besides that, the state of dyslipidemia under the conditions of DM was established, in particular, an increase in the concentration of triglycerides and cholesterol, as well as a decrease in the concentration of high density lipoproteins (HDL) and paraoxonase activity in the blood plasma of rats.

The hypoglycemic activity of the NCP extract was confirmed by a decrease in the concentration of glucose, area under the glycemic curves both after glucose,

and starch load after treating rats with DM for 14 days with the studied extract. It was found that treating of rats with NCP extract contributed to the normalization of the fructosamine concentration and the total level of AGEs in pancreatic cells under DM, which also indicates the hypoglycemic properties of the studied extract. The NCP extract administration contributed to the normalization of the blood plasma lipid profile of rats with diabetes.

The obtained results confirm positive impact of grape pomace extract rich in a natural complex of polyphenols under the conditions of diabetes-induced hyperglycemia and dyslipidemia. Hence, the positive effect of grape pomace extract rich in a natural complex of polyphenols on carbohydrate and lipid metabolism under the experimental DM confirm that studied extract is able to serve as a potential basis for new drugs that would be used in the complex therapy of DM.

Demianchuk O., Dodon D., Gospodaryov D., Bayliak M.

**EFFECT OF ALPHA-KETOGLUTARATE AND CAFETERIA DIET ON
ANTIOXIDANT ENZYMES AND MARKERS OF AUTOPHAGY IN THE
CEREBRAL CORTEX OF MICE**

*Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
57 Shevchenko Str., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine
e-mail: oleh.demianchuk@pnu.edu.ua*

Obesity is a complex chronic disorder characterized by overweight due to fat accumulation. Accumulation of fats may promote inflammation and oxidative stress. Obesity can be modelled in rodents by giving them cafeteria diet consist of tasty and highly palatable food, which is consumed at over an average level. In the current study, we used the cafeteria diet (CD) to induce obesity in mice. Alpha-ketoglutarate (AKG), an intermediate in many metabolic pathways, has shown to activate AMP-activated protein kinase (AMPK) and autophagy, which can detain accumulation of metabolic stores, including fats and glycogen. Therefore, the aim of our work was to test whether cafeteria diet leads to the development of obesity-associated oxidative stress in the cerebral cortex of mice. We also tested whether exogenous AKG relieves or aggravates oxidative stress and whether it affects the expression of genes involved in autophagy in the cerebral cortex of mice.

Female mice of the C57BL/6J line were used in the study. The mice were divided into four groups, which were kept on different diets for 12 weeks. The control group consumed a standard chow and drinking water. The cafeteria diet (CD) group could choose between the cafeteria diet and the standard chow. The AKG group consumed the standard chow, but from week 9 of the experiment these mice drank water with 1% AKG. The mice of CD+AKG group were let to choose cafeteria diet or the standard food, and from week 9 of the experiment these mice drank water with 1% AKG instead of water.

Mice of the CD group consumed 27% less total food compared to the control group of mice, which consumed only the standard chow. The CD group preferred to eat 93% of the cafeteria diet and only 7% of the standard chow. Despite the CD mice consumed less food, the number of kilocalories (kcal) consumed per mouse per day did not differ significantly between the two groups: control mice consumed 13.5 ± 0.3 kcal/mouse/day, whereas the cafeteria group consumed 13.2 ± 0.2 kcal/mouse/day. The content of visceral fat in the body of mice that consumed the cafeteria diet was 4.8-fold higher than in the control group. However, there was no significant difference in the amount of visceral fat between the control and the mice fed AKG and CD+AKG diets. Activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase in the cerebral cortex was lower in the mice fed CD, AKG and CD+AKG diets by 34%, 44% and 38%, compared to the control group, respectively. However, the diets did not influence activities of such antioxidant and related enzymes as glutathione peroxidase, glutathione S-transferase, and NAD(P)H:quinone oxidoreductase. Mice that consumed AKG had higher expression of genes coding autophagy-related proteins. Relative mRNA levels of *BNIP3*, *TFEB*, *DDIT3*, *ATG5*, *BECN1*, and *SQSTM1* genes were 2.1-, 3.4-, 2.5-, 1.6-, 2.1-, and 2.5-fold higher, respectively, in the cerebral cortex of AKG group compared to the control group. In the CD+AKG mice, the mRNA levels of *BNIP3* and *TFEB* genes did not differ from the control group, but were lower by 55% and 46%, respectively, than in AKG-treated mice. Also, the mRNA levels of *BNIP3* and *TFEB* genes in CD mice did not differ from the control values. This indicates that the CD prevents activation of autophagy by AKG. Mice of the CD group had a 46% lower mRNA level of the *ATG5* gene compared to the control group. However, mice of the CD+AKG group had a 2.5-fold higher mRNA level of the *ATG5* gene compared to the CD group.

Thus, consumption of the cafeteria diet led to an increase in the amount of visceral fat in mice. This increase was corrected by the presence of AKG in diet. All experimental diets (CD, AKG and CD+AKG) resulted in a lower activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase. The supplementation of standard diet with AKG increased the expression of genes involved in autophagy, and this increase was cancelled in CD+AKG group.

The work was supported by the National Research Foundation of Ukraine (#2020.02/0118).

Krasii M., Chala D., Sabadashka M., Sybirna N.

INFLUENCE OF GRAPE POMACE EXTRACT, RICH IN POLYPHENOLIC
COMPLEX, ON FUNCTIONAL STATE OF LEUKOCYTES
OF RATS WITH DIABETES MELLITUS

*Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskogo St., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: martakrasij@gmail.com*

The immune system plays an important role in the pathogenesis of diabetes mellitus. Patients with diabetes have an increased frequency of infectious

diseases. Factor that cause susceptibility to infections in patients with diabetes is impaired leukocyte function. It was found that in rats with streptozotocin-induced diabetes mellitus the number of lymphocytes increased, and the number of segmented and band neutrophils, and monocytes decreased when compared to control. When the grape pomace extract is administered to animals with diabetes the number of lymphocytes decreased, while the number of neutrophils and monocytes increased compared to diabetes.

The content of the products of carbonyl modification of proteins and TBA-reactive products are biochemical markers of oxidative stress as they arise from the increased production of reactive oxygen and other species.

The results show an increase in the content of carbonyl modification of proteins and TBA-reactive products in leukocytes of peripheral blood of rats with diabetes compared to control. When the extract is administrated to animals with diabetes, the content of carbonyl derivatives of proteins and the content of TBA-reactive products decrease in leukocytes to normal range.

Inasmuch phagocytosis is a process that enables cellular ingestion and clearance of microbes, and dead cells, it is supposed to be an essential component of tissue homeostasis and the innate immune response. Phagocytic activity of leukocytes in rats with diabetes mellitus is reduced compared to control. This was manifested in a decrease in the number of immunocompetent cells that entered phagocytosis and the number of absorbed objects of phagocytosis by one phagocyte. Even additional stimulation of cells with tripeptide fMLP do not lead to activation of phagocytosis in the case of diabetes. When the extract was administered to animals with diabetes, the number of activated phagocytes increased without and with the adding of fMLP, compared to diabetes. However, no significant changes in the number of absorbed microorganisms were found in all experimental groups without the addition of fMLP.

The functional state of leukocytes was also assessed by detecting cationic lysosomal proteins which are the powerful antimicrobial factors. Under the conditions of diabetes mellitus, the content of cationic proteins in leukocytes decreases compared to control without and even with the pre-incubation with fMLP. When the extract is administered to rats with diabetes mellitus for 14 days, a restoration of the number of cationic proteins in all groups is detected.

The results indicate that grape pomace extract, rich in polyphenolic complex, exhibit antioxidant and immunomodulatory effects in the case of disorders associated with diabetes mellitus.

**Kurhaluk N.¹, Hetmański T.¹, Włodarkiewicz A.², Tomin V.²,
Kamiński P.^{3,4}, Tkaczenko H.¹**

**RELATIONSHIP BETWEEN LEVELS OF ELEMENTS AND
ANTIOXIDANT DEFENCES WITH AGE, SEX AND HABITAT IN A
WINTERING POPULATION OF MUTE SWANS (*CYGNUS OLOR*) LIVING
IN COASTAL AREAS OF NORTHERN POLAND**

¹*Department of Biology, Institute of Biology and Earth Sciences,
Pomeranian University in Słupsk, 22a Arciszewskiego Str., 76-200 Słupsk, Poland;*

²*Department of Physics, Institute of Science and Technology,
Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland;*

³*Department of Medical Biology and Biochemistry, Department of Ecology and
Environmental Protection, Faculty of Medicine, Collegium Medicum in Bydgoszcz,
Nicolaus Copernicus University in Toruń, Bydgoszcz, Poland;*

⁴*Department of Biotechnology, Faculty of Biological Sciences,
University of Zielona Góra, Zielona Góra, Poland*

e-mail: natalia.kurhaluk@upsl.edu.pl; halina.tkaczenko@upsl.edu.pl

The Mute swan (*Cygnus olor*) is the subject of ecological and physiological research (Gayet et al., 2013; Mi et al., 2023). Wintering populations of Mute swans in coastal areas, such as those in northern Poland, face unique environmental challenges that may affect their health and biological processes (Tkachenko et al., 2021; Kurhaluk and Tkachenko, 2022; Kurhaluk et al., 2022). Understanding the relationship between elemental levels and antioxidant defences in Mute swans is crucial for assessing their physiological status and susceptibility to environmental stressors (Beyer and Day 2004; Dolka et al., 2014; Kucharska et al., 2019, 2022). Elements play essential roles in biological processes, acting as cofactors for enzymes and participating in cellular functions. However, excessive accumulation of certain elements can lead to oxidative stress, disrupting antioxidant defences and compromising cellular integrity (Valko et al., 2005; Paithankar et al., 2021). Age, sex and habitat are factors known to influence elemental levels and antioxidant defences in avian species (Dolka et al., 2014; Kurhaluk and Tkachenko, 2022). As Mute swans age, changes in metabolism and exposure to environmental pollutants may alter elemental concentrations and antioxidant capacity (Kurhaluk and Tkachenko, 2022; Kurhaluk et al., 2022). Sex differences in physiology and behaviour may also influence these parameters, while habitat characteristics such as water quality and food availability may further modulate oxidative stress responses (Tkachenko et al., 2021; Kurhaluk and Tkachenko, 2022).

In this study, we investigate the relationship between elemental levels and antioxidant defences with age, sex and habitat in a wintering population of Mute swans living in coastal areas of northern Poland. By analysing elemental concentrations in the soil of the birds' habitat, comparing these results with metal contents in the birds' feathers, and assessing antioxidant enzyme activities

[superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reductase (GR) and glutathione peroxidase (GPx) activities and total antioxidant status (TAS)], we aim to elucidate how environmental factors and intrinsic characteristics influence the oxidative status of Mute swans in this region.

The experiments were carried out in accordance with European Commission guidelines and current Polish legislation, and were approved by the General Directorate for Environmental Protection (permit DOP-oz. 6401.03.278.2012.km). The study was carried out in Słupsk and the Gulf of Gdańsk on the southern coast of the Baltic Sea on the urban beaches of two neighbouring cities in northern Poland, i.e. Sopot and Gdynia. We analysed two age groups: juveniles (before the third year of life) and adults (older than three years), as the Mute swan does not start breeding until the third or fourth year of life (Coleman and Coleman, 2001). The group in Słupsk included 10 male juveniles, 12 male adults, 10 female juveniles and 9 female adults. In Gdynia, 12 male juveniles, 18 male adults, 14 female juveniles and 12 female adults were studied. The Sopot group consisted of 10 male juveniles, 17 male adults, 14 female juveniles and 13 female adults. A total of 151 birds were sampled for feathers and blood. All necessary biometric measurements were taken according to a methodology or standard procedures used in bird ringing stations and developed for studies of Mute swans (Mathiasson, 2005). The birds were in good physiological condition, with body masses ranging from 7.32-11.23 kg (females) and 7.92-11.96 kg (males), and no individual exhibited pathological conditions or diseases. A detailed description of the procedures used to assess the health and condition of the study birds, their age and sex, as well as blood sampling for further biochemical tests to determine antioxidant status, has already been described by the authors in the paper (Kurhaluk and Tkachenko, 2022).

The concentrations of chemical elements in the feather and soil samples were determined using an X-ray fluorescence (XRF) analyser at the Department of Physics, Pomeranian University in Słupsk (Poland). The XRF analyser (model Sci Sps X-200 from Sci Sps, Inc.) was used to determine the concentrations of chemical elements in the samples. The Randox kit method (RANSOD, Cat. N SD 125, Randox Laboratories Limited, UK) proposed by Woolliams et al. (1983) and Suttle and McMurray (1983) was used for SOD activity. The results were calculated and expressed as U per mL. Catalase activity was determined according to the method proposed by Koroliuk et al. (1988) by measuring the reduction of H_2O_2 in the reaction mixture. One unit of CAT activity was defined as the amount of enzyme required to degrade 1 μmol H_2O_2 per minute per mL. The Glut Red Assay Kit (RX Monza, GR 2368, Randox Laboratories Limited, UK) was used for total GR activity. Initial absorbance results are expressed in U per mL. Glutathione peroxidase (GPx) activity was measured in whole blood by the standard method using a Ransel Glutathione Peroxidase Assay Kit (RX

Monza, RS 504, Radox Laboratories Limited, UK). The decrease in absorbance at 340 nm was measured on the Rx Monza analyser in a 1 cm cuvette light path at +37°C and expressed as U per mL. A total antioxidant status (TAS) assay kit (Radox, Cat. N NX 2332, Radox Laboratories Limited, UK) was used for these assays. TAS was approximated using a 2,2'-azino di[3-ethylbenzthiazoline sulphinate] assay. Results were calculated and expressed as μmol per mL.

Basic statistical analysis (significance of regression slopes, analysis of variance for significance) was performed using the STATISTICA 13.3 package (TIBCO Software Inc., USA). The data were tested for homogeneity of variance using Levene's test for equality of error variances. Normality was tested using the Kolmogorov-Smirnov test. Results are expressed as mean \pm S.D. Significant differences between means were determined using a multiple range test at min. $P < 0.05$. Non-normally distributed data were logarithmically transformed. Student t-tests with 95% confidence intervals ($\alpha = 0.05$) were used to determine the significance of differences between element concentrations in the different types of regions and the significance of differences in element levels in soil, feathers from the different regions and oxidative stress data. Arithmetic means of element concentrations were estimated using three-way ANOVA. The use of multivariate significance tests of the main effects (environmental type, age, sex and their combined effects) allowed the determination of statistically significant relationships for all three values. To describe the full model, we used the multiple correlation coefficients (R), the coefficient of determination (R^2) and its corrected form reduced by random errors (R^2 adjusted) in the data analysis. We used the SS test to describe the proportion of all analysed parameters and the F test to assess significance (Stanisz, 2006, 2007).

Basic statistical analysis (analysis of variance for significance between localities) of the metal content in the soils of the studied areas (Słupsk, Gdynia and Sopot) differed significantly, with statistical significance ($p = 0.000$) for the following metals Al, Si, Ti, Mn, Fe, Cu, Zn, Zr, Rh and Ru. This allows these sites to be classified as areas with different levels of contamination. In the soil samples (g/kg) from Słupsk, the levels of Al, Si, Ti, Mn, Fe, Cu and Zn were statistically significantly different ($p = 0.000$) compared to the values from Gdynia and Sopot. The levels of Rh and Ru were statistically significantly different in the three investigated areas. The level of Zr was statistically significantly different only in the samples from Gdynia and Sopot. It was noted that our study does not confirm the differences in the levels of Ni, Pb and Pd. The analysis of metal contents in the soils of the Mute swan habitats showed different results. Therefore, we assumed that there were changes in the bioaccumulation of metals in the birds' organism caused by migration processes.

We showed a statistically significant difference in the level of SOD activity by the ANOVA variations test ($F_{11,139} = 14.73, p = 0.000$). We showed a maximum

level of SOD activity in adult males from Słupsk ($793.15 \pm 178.05 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$) and a minimum – in adult females from Sopot ($318.22 \pm 79.58 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$). Statistical variability using the ANOVA test was similar in value to the variability test of SOD activity distribution and was ($F_{11,139} = 12.98, p = 0.000$). Adult males from Gdynia had the lowest level of CAT activity among the birds studied, while the same group from Słupsk had the highest activity of this enzyme. GR activity in birds from Słupsk was significantly higher in adults than in juveniles, and this trend was maintained in relays of males of different ages, as well as in females. Similar trends were not observed in birds from Gdynia and Sopot. We observed the maximum GR activity in adult males ($183.79 \pm 33.11 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$) and adult females ($213.03 \pm 28.91 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$) from Słupsk; the minimum values of GR activity were observed in juvenile males from Słupsk ($49.63 \pm 6.65 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$). The trend of GPx activity in most cases showed a statistically increasing trend with age, as can be demonstrated by the example of females of different ages (juveniles, adults) from Gdynia. The lowest level of GPx activity was observed in juvenile females from Gdynia. The highest level of GPx activity was found in adult birds from Słupsk with values ranging from ($92.66 \pm 13.79 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$) to ($95.96 \pm 13.02 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$) and in adult males from Sopot with values of ($85.34 \pm 10.07 \text{ U}\cdot\text{mL}^{-1}$). The ANOVA test for GR activity was as follows $F_{11,139} = 31.61$ ($p = 0.000$) and for GPx activity was statistically significant but lower ($F_{11,139} = 8.06, p = 0.000$). A study of total antioxidant status (TAS) showed that this parameter varied according to the age and sex of the birds and the location of the Mute swan populations. A significant decrease in TAS was observed in juveniles, i.e. adult Mute swans between Słupsk and Sopot. It is possible that these effects of environmental stress interact with the increasing age of the birds and cause a decrease in the TAS value of wild organisms in our study.

In conclusion, the analysis of the metal content in the soil, the dependence of their levels in the feathers of the birds and the functioning of the antioxidant defence system in the blood of Mute swans show the dependence of these parameters on both the habitat of the birds and their age and sex. The statistical analysis of a complete model in the current study of the functioning of birds in different anthropogenically modified environments, taking into account their sex and age, was carried out on the sum of squares (SS-test) of all the biomarkers of antioxidant defences, regarding the residual values of the data, and allowed us to present these dependencies as follows. The activity of antioxidant enzymes and TAS values in these relationships were as follows: GR (68.18%) > SOD (50.17%) > CAT (46.76%) > GPx (34.11%) and TAC (11.22%).

Our results revealed age-related differences in elemental levels and antioxidant defences in Mute swans, reflecting changes in metabolism and exposure to environmental stressors over the lifespan. Understanding these age-related patterns enhances our ability to assess the health and resilience of

Mute swan populations over time. Sex differences in elemental metabolism and antioxidant capacity highlight the importance of considering intrinsic factors in avian physiology. These sex-specific responses may reflect different roles in reproduction, foraging behaviour and susceptibility to environmental contaminants. The influence of habitat characteristics, such as water quality and food availability, on elemental levels and antioxidant defences underlines the link between environmental factors and avian health. Habitat management strategies aimed at maintaining water quality and biodiversity are essential to support the physiological well-being of Mute Swans and other waterfowl species. Further research is needed to elucidate the mechanisms underlying the observed relationships between elemental levels, antioxidant defences and environmental factors in Mute swans. Longitudinal studies involving larger geographical scales and comprehensive environmental assessments will improve our understanding of the adaptive strategies used by waterbirds in response to changing habitats and anthropogenic pressures.

The study had the support of the Pomeranian University in Słupsk (Poland).

Kurhaluk N.¹, Kamiński P.^{2,3}, Tkaczenko H.¹

**LYSOSOMAL ENZYME ACTIVITY IN THE MUSCLE TISSUE
OF GREAT TITS (*PARUS MAJOR* LINNAEUS, 1758) LIVING IN
INDUSTRIAL AND AGRICULTURAL AREAS IN THE INOWROCLAW
REGION (CENTRAL PART OF NORTHERN POLAND)**

¹*Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk,
22a Arciszewskiego Str., 76-200 Słupsk, Poland;*

³*Department of Medical Biology and Biochemistry, Department of Ecology and
Environmental Protection, Faculty of Medicine, Collegium Medicum in Bydgoszcz,
Nicolaus Copernicus University in Toruń, Bydgoszcz, Poland;*

⁴*Department of Biotechnology, Faculty of Biological Sciences,
University of Zielona Góra, Zielona Góra, Poland*

e-mail: natalia.kurhaluk@upsl.edu.pl; piotr.kaminski@cm.umk.pl

The Great tit (*Parus major* Linnaeus, 1758) is a widespread passerine known for its adaptability to a variety of habitats, including urban, industrial and agricultural landscapes (Hermer et al., 2021; Pacioni et al., 2023). However, exposure to environmental contaminants in these anthropogenically altered environments may pose risks to the health and fitness of birds (Salmón et al., 2016; Grunst et al., 2019; Sinkovics et al., 2021). Lysosomal enzyme activity serves as a sensitive biomarker to assess cellular health and responses to environmental stressors in birds (Kurhaluk et al., 2022). Industrial and agricultural activities in the Inowrocław region, located in the central part of northern Poland, may introduce pollutants into the environment, potentially affecting the physiology of great tits living in these areas (Koim-Puchowska et al., 2020). Lysosomal enzymes play an essential role in cellular homeostasis, degradation of cellular waste and

defence against oxidative stress. Changes in lysosomal enzyme activity may indicate cellular dysfunction and oxidative damage induced by environmental pollutants (Benkoel et al., 2000; Dżugan and Lis, 2016). Understanding the effects of industrial and agricultural activities on lysosomal enzyme activity in the muscle tissue of great tits provides insights into the physiological responses of these birds to environmental stressors. By assessing lysosomal enzyme activity in birds from different habitats, we can evaluate the potential effects of pollution on cellular health and organismal fitness (Kurhaluk et al., 2022). In this study, we investigate lysosomal enzyme activity in skeletal muscle tissue of wild great tit (*Parus major*) nestlings in environments with different levels of anthropogenic pressure, such as sodium industry and agriculture in the Inowrocław Ecological Hazard Region (central part of northern Poland). By comparing enzyme activity levels between birds from different habitats, we aimed to elucidate the influence of environmental pollution on lysosomal function and cellular health in avian populations.

Inowrocław County in the northern part of central Poland is called the Inowrocław Ecological Hazard Region. The Kuyavian salt deposits and hydrostatic-pressure salt ponds are widely used in spas, health resorts, and the sodium and salt industry. They are located near Ciechocinek, Włocławek, Słońsk, Aleksandrów Kujawski, Inowrocław, Janiszewo and Solec Kujawski. Salt and sodium mining and processing have left their mark on the Kujawy region to such an extent that the natural environment has been significantly damaged. The leading producers of soda are the chemical plant “Soda-Mątwy” in Inowrocław and the soda plant “Janikosoda” in Janikowo. This industry supplies soda, precipitated carbonate, calcium chloride and calcium dehydrate, while contributing to irreversible changes in the natural environment, i.e. pollution of atmospheric air, surface water and soil degradation (*Development Strategy of Inowrocław County until 2020*, 2015).

The study samples were collected in the following towns and cities of the Inowrocław Environmental Hazard Area (Kujawsko-Pomorskie Voivodeship, central part of northern Poland): Giebnia (52°46'36"N18°05'55"E), Janikowo (52°44'52"N18°06'47"E), Mątwy (52°45'18"N18°15'13"E) and Pakość (52°48'28"N18°05'25"E) (Inowrocław County). Control samples were collected in the Tuchola forest (Tuchola district, 53°35'14,1"N 17°51'40,2"E) and in the village of Borkowo (52°50'10"N 18°11'57"E). No direct sources of contamination have been identified in the Borkowo area. The nearest source that could contribute to the contamination of the environment in this village is the Inowrocław sodium industry “Soda-Mątwy”, located 100 km away, and national road no. 25. It is separated by trees and fields and runs within a radius of about 1 km from the Tuchola Forest (Kamiński et al., 2012).

Sodium industrial areas. Samples were collected in industrially degraded areas, namely in Giebnia, a small town in the Pakość commune, and in the

vicinity of the so-called “White Seas”, i.e. ponds of post-sodium waste from the “Janikosoda” soda works. The closed waste dump here is the source of secondary pollution of soil and surface water in the area. As the soil here is characterised by a compact mechanical composition, the migration of pollutants into the groundwater and adjacent areas is difficult. This results in a high concentration of contaminants in the soil and plants growing in the area. There is also an active municipal landfill in Giebnia, where waste from the communes of Pakość and Janikowo is stored (Kamiński et al., 2012; Kamiński et al., 2016; Koim-Puchowska et al., 2020).

Samples were also collected in Janikowo in the vicinity of sodium decanters and the “Janikosoda” soda works. These plants produce, among other things, light and heavy soda ash, industrial, food and iodine salt, precipitated chalk, sodium lime and others. The “Janikosoda” soda works is located on a high plateau, the soil of which is characterised by a compact mechanical composition. Due to this location, there is no distant infiltration of saline soils. However, the soils in this area are much more contaminated than those in the surrounding villages. The factory is bordered to the north by the Notec Canal Valley, to the south and east by the Notec Valley (53°05'48"N 17°21'30"E) and to the west by Lake Pakość (52°43'19"N 18°06'02"E).

Agricultural areas. The samples were collected in an area called Mątwa, where a municipal waste disposal plant is located. In the past, this area was the site of post-sodium calcium ponds used by the “Soda-Mątwy” chemical plant. At present, the Mątwy dump is used to store industrial and hospital waste, which is a source of all kinds of elements that migrate into the environment. The second site was the town of Mątwy (near the Notec Canal). Samples were taken from an area in the vicinity of the Notec Canal. Both the Notec Canal and the adjacent area are strongly influenced by the chemical plant “Soda Mątwy”. The area above the canal is characterised by a slight slope and poor drainage of the organic soils. This is related to their specific structure and the high level of groundwater, which allows pollution to spread relatively quickly to nearby areas, especially agricultural land and grasslands on the southern side of the Notec River valley (Kamiński et al., 2012; Kamiński et al., 2016; Koim-Puchowska et al., 2020).

Animal research was conducted in accordance with the Animals (Scientific Procedures) Act (1986)/EU Directive 2010/63/EU. The study was conducted with the approval of the Bioethics Committee of the General Department of Nature Conservation (approval of the General Department of Nature Conservation, protocol number DOnOOŚogiz-4200/III-13/44/08/aj, Poland).

To carry out the study, 145 great tit nest boxes were installed. The study sites were divided into three environments (April-July): 1) the control environment (control): Borkowo, n = 41, 2) the landfill environment (agricultural pressure): Giebnia, Mątwy near the landfills and Pakość (n = 37), and 3) the environment

affected by the soda works (soda works area): Janikowo and Małty near the Notec Canal ($n = 37$). Nestlings were euthanised with isoflurane. Muscle tissue was collected from nestlings ($n = 115$) in the 3rd age group, 15-21 days, with a decrease in growth rate. Muscle tissue was immediately dissected, placed on dry ice in Dewar flasks and transported to the laboratory. Skeletal muscle from great tit nestlings was used for the study. Skeletal muscles (*m. pectoralis*) were removed from the birds after decapitation. One bird was used per preparation.

Homogenates of several muscles (20%, w/v) were prepared for subsequent differential centrifugation according to the method described by DeMartino and Goldberg (1978). The isolation buffer consisted of 0.25 M sucrose and 2 mM EDTA (pH 7.0). After centrifugation, the supernatant fractions were stored and used after resuspension in 50 mM acetic acid/sodium acetate buffer, pH 5.0. The isolated fractions were homogenised and subjected to two freeze-thaw cycles. The activity of lysosomal alanyl aminopeptidase (AAP) and leucyl aminopeptidase (LAP) was determined spectrophotometrically according to McDonald and Barrett (1986) as Fast Blue BB salt (4-benzoyloamino-2,5-diethoxybenzene-diazonium chloride) derivatives at 540 nm. L-alanyl-2-naphthylamine in 0.1M PBS buffer was used as the substrate for the determination of alanyl aminopeptidase activity, and L-leucyl-2-naphthylamine in 0.1M PBS (pH 7.0) buffer was used as the substrate for the determination of leucyl aminopeptidase activity. Acid phosphatase (AcP) activity was determined spectrophotometrically as 4-nitrophenyl derivatives at 420 nm according to the method of Barrett and Heath (1977). The absorbance was measured at 540 nm. Enzyme activities were expressed in nmol per hour per mg protein.

Results are expressed as mean \pm S.D. Significant differences between means were measured using a multiple range test with at least $p < 0.05$. Non-normally distributed data were log-transformed. One-way ANOVA tests with 95% confidence intervals ($\alpha = 0.05$) were used to determine the significance of differences between types of regions and enzyme activity in skeletal muscle tissues of birds from different regions (Stanisz, 2006, 2007). Basic statistical analysis (significance of regression slopes, analysis of variance for significance between sites, enzyme activity and metabolite value) was performed using the STATISTICA 13.3 package (TIBCO Software Inc., USA). The data were tested for homogeneity of variance using Levene's test and normality was checked using the Kolmogorov-Smirnov test. Correlation of parametric values was based on Pearson's regression analysis using the multiple regression module. The correlation and regression analysis included the correlation coefficient (r), the regression equation and the significance of these dependencies (p). We also used other methods of analysis, such as the coefficients of multiple correlation analysis (R), the coefficient of determination (R^2) and its corrected form reduced by random errors (R^2 adjusted) in the data analysis. We used the SS test to describe

the proportion of all analysed biomarkers of oxidative stress and biochemical parameters for assessing the antioxidant barrier (the F test and its significance) (Stanisz, 2006, 2007).

The activity of lysosomal enzymes characterises the degree of adaptability of an animal to changing environmental conditions and its ability to resist different pollutants according to its lifestyle and life cycle stage. We examined the activities of alanyl aminopeptidase (AAP), leucyl aminopeptidase (LAP) and acid phosphatase (AcP). The following statistical dependencies were found for the activities of lysosomal enzymes in the skeletal muscles of great tits from the control group and the two environmental areas: AAP [$F_{2,114} = 28.73$, $p = 0.000$], LAP [$F_{2,114} = 9.81$, $p = 0.000$] and AcP [$F_{2,114} = 7.34$, $p = 0.001$]. Statistically significant levels of lysosomal enzyme activity were found in the muscle tissue of birds living in the contaminated areas compared to those from the control areas. The SS test showed the following statistical dependencies for the activities of lysosomal enzymes AAP (32.35%, $F = 28.74$, $p = 0.000$), LAP (13.19%, $F = 9.82$, $p = 0.000$) and AcP (9.85%, $F = 7.34$, $p = 0.001$). The percentage contribution of lysosomal enzyme activities in the described statistical model with a predominant role of AAP was shown.

Our results have shown that the initiation of free radical processes shifts the balance of the normal functioning of lysosomal enzymes towards their increased activity. The tendency to significantly increase lysosomal activity can be considered a negative phenomenon. The loss of cellular control of these processes caused by free radical oxidation can serve as a measure of damage to the intracellular balance (Kiffin et al., 2006). The intergroup correlations between the biomarkers of oxidative stress and the activities of key lysosomal enzymes were dependent on the type of areas where the great tits lived. This may indicate multidirectional metabolic processes in birds to compensate for the negative effects of contamination. Given the key role of lysosomes in the elimination of xenobiotic damage, it was suggested that the activities of lysosomal enzyme complexes should be determined as part of the system of ecological and biochemical monitoring and testing of natural environments. Acid hydrolases, i.e. acid phosphatase in our study, have important functions not only in the degradation of “waste” molecules and structures, but also in the regulation of metabolic processes, in the supply of the body with energy and plastic materials, and in other processes that ensure the normal development of the organism (Anand and Srivastava, 2012). In the current study, increased acid phosphatase activity was observed in the muscle tissue of great tits living in the contaminated areas.

Our results show differences in lysosomal enzyme activity between Great tits living in industrial and agricultural areas and those living in natural habitats. These differences suggest that environmental pollutants associated with industrial and agricultural activities may affect lysosomal function and cellular health in bird populations. Lysosomal enzyme activity serves as a valuable biomarker

for assessing the effects of environmental pollution on avian physiology. Changes in enzyme activity levels indicate cellular responses to pollutants and oxidative stress, providing insight into the health status of great tits living in anthropogenically altered landscapes. Monitoring lysosomal enzyme activity in great tits and other bird species can provide early warnings of environmental degradation and inform conservation efforts. Efforts to mitigate pollution and conserve natural habitats are essential to safeguard bird populations and maintain biodiversity in industrial and agricultural regions. Further research is needed to elucidate the specific mechanisms by which environmental pollutants affect lysosomal function and cellular health in birds. Long-term monitoring studies, combined with experimental approaches, can improve our understanding of the physiological responses of bird populations to human-induced environmental changes.

The authors are grateful to the Polish National Commission for UNESCO for its support of the study.

**Lomov A. ¹, Naum J. ¹, Moroz A. ¹, Brodyak I. ¹,
Kucharska A. Z. ², Sybirna N. ¹**

EFFECT OF FRUIT EXTRACT OF *CORNUS MAS* L. & *CORNUS OFFICINALIS* SIEBOLD & ZUCC. ON BLOOD GLUCOSE PROFILE AND ERYTHROCYTES OF RATS WITH STREPTOZOTOCIN-INDUCED DIABETES MELLITUS

*¹ Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo Str., 79005 Lviv, Ukraine*

*² Wrocław University of Environmental and Life Sciences
37/41 J. Chelmoński St., 51-630 Wrocław, Poland
e-mail: Artur.Lomov@lnu.edu.ua*

Type 1 diabetes mellitus (DM) is a chronic disease characterized by autoimmune destruction of β cells of the pancreatic islets of Langerhans with subsequent insulin deficiency. Absolute or relative insulin deficiency mainly leads to glucose metabolism changes, and hyperglycaemia, and further damage of body systems.

Phytopreparations are an important source of biologically active substances with multiple pharmacological properties. The fruit extract of the hybrid of Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) and Japanese Cornelian cherry (*Cornus officinalis* (Siebold & Zucc)) contain a significant amount of anthocyanins, iridoids, flavonoids, which possess potential anti-hyperglycaemic, antioxidant and anti-inflammatory effects. Therefore, the aim of the study was to investigate the effect of fruit extract of the hybrid *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* (Siebold & Zucc) on glycemic profile (concentration of plasma glucose, oral glucose tolerance test (OGTT), and glycated hemoglobin A1c (HbA1c) level) and

blood erythrocytes (count of erythrocytes in blood, hemoglobin concentration, mean cell hemoglobin (MCH), and color index) in streptozotocin-induced DM.

Male Wistar rats weighing 125–135 g were used in the experiment. Diabetes was induced by a single intraperitoneal injection of rats with streptozotocin at a dose of 55 mg/kg body weight. Animals were divided into three groups: group 1 – control rats (healthy animals); group 2 – animals with streptozotocin-induced DM; group 3 – animals with DM treated with the fruit extract of the hybrid *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc. Rats received the following substances by gavage once daily for 14 days: control and DM groups – 1 mL/rat of water, group 3 – 1 mL/rat of the fruit extract at a dose of 20 mg/kg of body weight.

According to our results, the administration of fruit extract of the hybrid *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc to animals with diabetes showed a decrease in the concentration of plasma glucose (2.9 fold) and the HbA1c level compared to DM group. The analysis of the area under the glycemic curves after the OGTT showed that the blood glucose concentration was significantly lower (3.1-fold) in diabetic rats treated the fruit extract of the hybrid than in the diabetic animals of the 2nd group. After the administration of the fruit extract of the hybrid to diabetic animals, the total number of erythrocytes and hemoglobin concentration were increased (1.5- and 1.5-fold, respectively) compared to the control rats and non-treated diabetic group. The fruit extract of the hybrid *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc shown an anti-hyperglycaemic effect on the streptozotocin model of diabetes in rats.

Melnyk V., Malyuk O., Veklich T.

CALIX[4]ARENE C-956 AS A PROSPECTIVE SUPERMOLECULAR COMPOUND FOR REGULATION OF THE ACTIVITY OF Ca²⁺Mg²⁺-ATPASE IN PLASMATIC MEMBRANE OF SMOOTH MUSCLE CELLS

*Palladin Institute of Biochemistry of NAS of Ukraine
9, Leontovicha St., Kyiv, 01030, Ukraine
e-mail: melnik.varvara@gmail.com*

In the case of smooth muscle (SM), the plasma membrane (PM) Ca²⁺,Mg²⁺-ATPase is fundamental in maintaining physiological Ca²⁺ concentrations in myocytes by compensating for the passive Ca²⁺ ion flux into the cell that occurs at rest. It uses the energy of ATP hydrolysis to pump Ca²⁺ out of the cell against the concentration gradient. Given the above, it is promising to search for a compound that would allow changing the activity of the PM Ca²⁺ pump. In our previous experiments, calix[4]arene C-956 showed the selective inhibitory effect on the activity of Ca²⁺,Mg²⁺-ATPase (I_{0,5} = 15.03 ± 0.52 μM) relative to other ATP hydrolases of the PM, so calixarenes are promising agents to alter the PM Ca²⁺ pump.

This work aimed to determine the biochemical and physicochemical regularities of calix[4]arene C-956 effect on the activity of $\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$ -ATPase in PM of SM cells. Calix[4]arene C-956 was synthesized and characterized by NMR and infrared spectroscopy by V.I. Kalchenko and his colleagues (Institute of Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine). The experiments were performed on a suspension of myometrial cells and the PM fraction treated with a 0.1% digitonin solution.

Considering that the Ca^{2+} pump of smooth muscle cells (SMCs) plays a significant role in controlling the Ca^{2+} concentration in the cytoplasm of SMCs, it is crucial to find out whether calix[4]arene C-956 will affect the intracellular Ca^{2+} concentration in SMCs. Therefore, in our further experiments, we used confocal microscopy. We have shown that under the influence of calix[4]arene C-956 (20 μM), there is a transient sharp increase in the fluorescent response of the fluo-4 AM fluorescent probe in the cell. Within 2.5 min, the Ca^{2+} concentration decreases, indicating the involvement of compensatory mechanisms (such as the mitochondria and sodium-calcium PM exchanger). Thus, calix[4]arene C-956 increases the Ca^{2+} concentration in SMCs.

Having tested the affinity of this enzyme for ATP, Mg^{2+} and Ca^{2+} ions depending on the concentration of calix[4]arene C-956, as well as its influence on the cooperative effect and the maximum rate of ATP hydrolysis, we found that in all three cases, a significant decrease in the maximum rate of ATP hydrolysis was observed, which, in combination with the absence of an effect on the affinity constants, indicates a non-competitive mechanism of inhibition of $\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$ -ATPase activity by calix[4]arene C-956.

C-956 (50 μM), similar to the uterotonic oxytocin, led to a decrease in the effective hydrodynamic diameter of smooth muscle cells measured by Dynamic Laser Light Scattering by up to 64% compared to the control, indicating myocyte contraction.

Thus, the data of this study can serve as a basis for the further development of an effective inhibitor of the PM $\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$ -ATPase based on calix[4]arene C-956, which, in turn, will be important for further elucidation of the membrane mechanisms of Ca^{2+} exchange in SM, in particular, when studying the role of PM in ensuring electromechanical coupling in them. The results obtained may be beneficial for further studies of calixarenes as potential pharmacological compounds capable of modulating pathological uterine contractile function.

The authors express their sincere gratitude to Professor S.O. Kosterin, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, and Professor V.I. Kalchenko, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, for their invaluable scientific guidance and support during this study.

**Shtabska J.¹, Uruska M.¹, Moroz A.¹, Brodyak I.¹,
Kucharska A. Z.², Sybirna N.¹**

DIFFERENCE ON GLUCOSE PROFILE IN RATS WITH
STREPTOZOTOCIN DIABETES *V.S.* CORNELIAN CHERRY-TREATED
DIABETIC GROUPS

¹ *Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevsky Str., 79005 Lviv, Ukraine*

² *Wroclaw University of Environmental and Life Sciences
37/41 J. Chelmoński St., 51-630 Wroclaw, Poland
e-mail: yuliia.shtabska@lmu.edu.ua*

Glucose as a major macronutrient has key roles in metabolism and energy homeostasis. This monosaccharide isn't the predominant nutrition of food, and its main source is poly- and oligosaccharides, which enzymatic hydrolysed to monomers in the small intestine during digestion. Catabolism of homopolysaccharides (glycogen, starch) and oligosaccharides under pancreas α -glucosidase action is accompanied by the release of α -glucose, which absorbed from intestinal into the blood. The whole, regulation of glucose digestion and absorption is a target for treatment of hyperglycemia in metabolic diseases. In type 1 diabetes mellitus, various genetic and environmental factors result in the progressive loss of β -cell mass and/or function that manifests clinically as hyperglycemia. So, maintaining physiological blood glucose levels (4.4–6.1 mM) in diabetes mellitus individuals is an important issue in the treatment of the disease.

In our previous work (Dzydzan et al., 2022), it was found that the red and yellow cornelian cherry fruits' extracts are natural inhibitors of α -glucosidase activity and can be used in order to prevent and treat postprandial hyperglycemia. Nowadays, cultivars of *Cornus mas* L. have been bred with different colour of ripe fruit. Fruits of 'Uholok' cultivar stand out by a very intense red colour (almost black colour) and 'Koralovyi' cultivar are more orange in colour. Therefore, the aim of our study is to investigate the effect of the extracts from fruits of the 'Uholok' and 'Koralovyi' cultivars of *Cornus mas* L. on the level of fasting glucose, blood glucose concentration after oral loading (oral glucose tolerance test – OGTT and oral starch tolerance test – OSTT, respectively), and to evaluate the inhibitory potential of extracts on the activity of α -glucosidase.

Wistar male rats with starting weight 120–140 g were used for all experiments. Diabetes mellitus was induced by injection of streptozotocin (55 mg/kg body weight) dissolved in 10 mM citrate buffer. On the 10th day after the induction of diabetes, aqueous solutions of extracts of different cultivars of *Cornus mas* L. were orally administered to groups of animals with DM at a dose of 20 mg/kg body weight for 14 days.

The treatment of diabetic animals with the cornelian cherry fruit extracts of the 'Uholok' and 'Koralovyi' cultivars showed a significant decrease in

plasma glucose levels by 2.8- and 2-fold, respectively. As the criterion which shows a general increase in glucose concentrations after glucose or starch consumption, the area under the glycemic curve (AUC) was calculated. After the administration of fruit extract of the 'Uholok' cultivar, the values of AUC in OGTT and OSTT were significantly lower (3.2- and 2.8-fold, respectively) than in the non-treated diabetic group. Also, the values of AUC in OGTT and OSTT were significantly lower (3.0- and 2.6-fold, respectively) in diabetic rats treatment with fruit extract of the 'Koralovyi' cultivar. Thus, the cornelian cherry extracts significantly affected the fasting blood glucose and postprandial glucose level. The inhibitory effect of *Cornus mas* L. fruit extracts on the activity of α -glucosidase was revealed *in vitro*. The fruit extract of 'Koralovyi' cultivar is a more effective inhibitor of α -glucosidase with an IC_{50} 54 μ g/ml compared to extract from fruits of the 'Uholok' cultivar with an IC_{50} 178 μ g/ml.

Therefore, the fruit extracts of different cultivars of *Cornus mas* L. demonstrate anti-hyperglycemic properties and can use as dietary supplements for the maintaining physiological blood glucose levels in type 1 diabetes.

Szmyjda S., Tkaczenko H., Kurhaluk N.

**EPIGENETIC MECHANISMS
IN THE DEVELOPMENT OF TYPE 2 DIABETES**

*Institute of Biology, Pomeranian University in Slupsk,
22a Arciszewskiego Str., 76-200 Slupsk, Poland;*

*e-mail: sebastian.szmyjda@gmail.com, halina.tkaczenko@upsl.edu.pl,
natalia.kurhaluk@upsl.edu.pl*

Epigenetic mechanisms in type 2 diabetes and its pathogenesis have recently attracted the attention of scientists as factors, in addition to genetic and lifestyle factors, that may influence the development of type 2 diabetes and its complications. These factors – both intracellular and environmental (physical activity, diet, etc.) – influence gene expression, mainly through mRNA modification, DNA methylation, and methylation and acetylation of histone proteins, leading, among other things, to disturbances in insulin secretion and increasing insulin resistance and hyperglycaemia, and consequently to the development of diabetic complications (Probst et al., 2009; Turchinovich et al., 2011; Stelmaszyk and Dworacka, 2018; Kowluru and Mohammad, 2022).

Data on epigenetic mechanisms in DNA related to hyperglycaemia in the pathogenesis of type 2 diabetes and its complications are still limited, despite advances in research in this area. The key mechanism in this regard appears to be the aforementioned DNA methylation, which influences the regulation of gene expression. An example of this process is the covalent attachment of methyl groups to CpG islands within the promoter of the PPARGC1A gene, leading to reduced expression of this gene as a result of transcriptional silencing and consequently reduced insulin secretion. As indicated in the literature,

approximately 130 hypo- and hypermethylated CpG sites have been identified in diabetic patients (including in the GAD2, HLA-DQB1 and HLA-DRB1 genes), resulting in gene silencing. Research in recent years has also shown that DNA methylation of the SLC30A8 gene (zinc transporter gene, i.e. a protein involved in the regulation of insulin secretion) can significantly influence the development of diabetes (Stankov et al., 2013; Salem et al., 2014; Picasia et al., 2015; Rönn and Ling, 2015; Seman et al., 2015; Rorbach-Dolata et al., 2017).

Another epigenetic mechanism that may lead to the development of type 2 diabetes is histone acetylation and deacetylation, which is associated with the low-intensity metabolic inflammation that is inextricably linked to obesity and type 2 diabetes. The main role in this mechanism is played by the activity of histone deacetylases 1, 2 and 3, which negatively affect the expression of the NF- κ B complex, which is responsible for the activation of inflammatory processes in many metabolic pathways (Schug and Li, 2011; Iyer et al., 2012; Stelmaszyk and Dworacka, 2018).

The literature also suggests another effect of high histone deacetylase activity in type 2 diabetes, namely its effect on adipose tissue and pancreatic function. This is due to the functions of HDACs, which are regulators of lipogenesis. Reduced expression of histone deacetylases increases the rate of adipocyte differentiation, thereby promoting adipogenesis. In turn, reduced expression of sirtuins (SIRT 1 and 2), by reducing PPAR γ repression, inhibits lipolysis and affects genes associated with adipogenesis, including GLUT4 and the gene for fatty acid synthase. In addition, suppression of one of the histone methyltransferases (Set7) in pancreatic beta cells has been shown to reduce calcium channel activity, resulting in impaired insulin secretion in response to glucose (Iyer et al., 2012; Stelmaszyk and Dworacka, 2018).

In addition to the factors described above, there is also evidence that an abnormal metabolic intrauterine environment affects fetal development by permanently altering the expression of key genes that regulate β -cell development (Pdx1) and glucose transport (GLUT4) in muscle, which may contribute to the development of type 2 diabetes in adulthood (Pinney and Simmons, 2009).

Interestingly, research by Wu and colleagues using an animal model showed that psychological stress in the paternal generation (F_0) influenced the occurrence of carbohydrate metabolism disorders in the first generation of hybrids (F_1). In the offspring of mice exposed to stressors, increased gluconeogenesis was observed as a result of overexpression of phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) caused by hypermethylation of the Sfmbt2 gene promoter in hepatocytes and the associated deficiency of miR-466b-3p – a miRNA that is a negative regulator of PEPCK expression. These researchers, therefore, concluded that diabetes can develop in the offspring of parents who are exposed to chronic psychological stress but do not show signs of impaired carbohydrate metabolism (Wu et al.,

2016). Similar evidence can be found in the literature in relation to type 1 diabetes. It has been shown that high levels of psychological stress in children, caused by the loss of relatives, parental pressure or lack of adequate economic conditions, affect the dysregulation of the immune system, which in turn may negatively affect β -cells in the pancreas (Carlsson et al., 2014; Virk et al., 2015; Pruszkowska-Przybylska and Wróblewski, 2016). Environmental factors such as diet, physical activity and pollution have also been shown to influence the development of type 2 diabetes (Asvold et al., 2010).

Epigenetic modifications are a new and still poorly understood area that affect gene expression and, consequently, the development and course of type 2 diabetes. They provide a crucial link between genetic and environmental factors, allowing us to understand the interactions between genes and diabetes. environment in relation to insulin resistance, hyperglycaemia, type 2 diabetes and its complications. Understanding the epigenetic factors and mechanisms that influence the development of diabetes will allow the implementation of appropriate preventive and therapeutic measures (targeting these factors), as well as the diagnosis or prognosis of metabolic disorders associated with diabetes and the prevention of complications of this disease.

**Tiupova T.¹, Tkaczenko H.¹, Litovka A.¹, Osmólska U.²,
Lukash O.³, Kurhaluk N.¹**

**CHANGES IN BLOOD PROTEIN OXIDATION BIOMARKERS IN
PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS AFTER *IN VITRO*
INCUBATION WITH GREATER CELANDINE
(*CHELIDONIUM MAJUS* L.) ROOT AND STEM EXTRACTS**

¹*Institute of Biology, Pomeranian University in Slupsk,
22a Arciszewskiego Str., 76-200 Slupsk, Poland;*

²*Institute of Health Sciences, Pomeranian University in Slupsk, Poland*

³*Department of Ecology, Geography and Nature Management, T. H. Shevchenko
National University "Chernihiv Collegium", Chernihiv, Ukraine;
e-mail: ttiupova@gmail.com, halina.tkaczenko@upsl.edu.pl*

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a major global health problem characterised by insulin resistance and impaired glucose regulation (Fletcher et al., 2002; Henning, 2018). Oxidative stress, resulting from an imbalance between reactive oxygen species (ROS) production and antioxidant defences, plays a central role in the pathogenesis and progression of T2DM complications (Robson et al., 2018; Singh et al., 2022). Herbal medicines, with their diverse phytochemical composition, have attracted attention for their potential therapeutic effects in the management of T2DM and associated complications (Liu et al., 2004; Mirfeizi et al., 2016; Tabatabaei-Malazy et al., 2016). Among these phytomedicines, Greater celandine (GC, *Chelidonium majus* L.) has emerged as a promising candidate due to its reputed antioxidant properties and traditional use in folk medicine (Huang

et al., 2019; Gardin and Braga, 2021; Terzic et al., 2024). The evaluation of blood protein oxidation biomarkers serves as a valuable approach to assess oxidative stress levels and the efficacy of antioxidant interventions in the management of T2DM (Robson et al., 2018). *In vitro* incubation studies provide a controlled environment to elucidate the interactions between herbal extracts and biological systems, providing insights into their potential mechanisms of action (Gebhardt, 2000; Rombolà et al., 2020; Khan et al., 2022).

In this study, we investigate changes in blood protein oxidation biomarkers (aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins) in patients with T2DM following *in vitro* incubation with GC root and stem extracts. By examining changes in oxidative stress parameters, such as protein carbonylation, we aim to elucidate the effects of GC on redox homeostasis in the context of T2DM. Understanding the effects of GC extracts on blood protein oxidation biomarkers may inform future clinical interventions and facilitate the development of novel adjunctive therapies for individuals with T2DM, ultimately improving their health outcomes and quality of life.

The plant material was collected from natural habitats on the territory of the South Park in Słupsk (54°28'08,5"N 17°02'56,0"E) in the Pomeranian Province (northern part of Poland). This area has been adapted for recreational purposes by creating a guarded swimming area, a permanent fireplace, benches and baskets, a place for camping and physical games, an access road and a car park. The collected roots and stems were taken to the laboratory for biochemical analysis. Freshly washed plant samples were weighed, crushed and homogenised in 0.1M phosphate buffer (pH 7.4) (1:19, w/w) at room temperature. The extracts were then filtered and used for analysis. The extract was stored at -25°C until use.

A total of 8 patients with T2DM aged between 45 and 79 years were studied. The study participants were recruited from among the patients of the non-public Health Care Centre U & O Zdrowie – Home-based Long-Term Care (Lębork, Poland). A detailed medical history was taken and all participants underwent a physical examination. The current study was approved by the Research Ethics Committee of the Regional Medical Commission in Gdańsk (Poland) (KB-31/18; KB-21/19). All patients gave written informed consent before the start of the study procedures. Participants in the current study were selected according to the following criteria: first, they were diagnosed with T2DM; second, they were free of any disease that could affect the parameters under study. Hemolytic anaemia, haemoglobin variants, liver disease and infectious diseases such as tuberculosis and sarcoidosis were excluded from the study.

Blood samples were pre-incubated with 4 mM phosphate buffer (pH 7.4) (control) and with GC stem and root extracts (at final concentrations of 5 mg/mL) at 37°C for 60 min. This reaction mixture was gently shaken at fixed intervals during incubation at 37°C. A 4 mM phosphate buffer (pH 7.4) was used as a

positive control. After incubation of blood with root and stem extracts, aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in the samples were evaluated.

To evaluate the protective effects of extracts from roots and stems of GC collected in urban and rural agglomerations against free radical-induced protein damage in blood samples, the content of carbonyl derivatives of protein oxidative modification (OMP) was determined based on the spectrophotometric measurement of aldehydic and ketonic derivatives in blood. The rate of protein oxidative modification was estimated from the reaction of the resulting carbonyl derivatives of the amino acid reaction with 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNFH) as described by Levine and co-workers (1990) with some modifications. DNFH was used to determine the content of carbonyl groups in soluble and insoluble proteins. Carbonyl groups were determined spectrophotometrically from the difference in absorbance at 370 nm and 430 nm (aldehydic and ketonic derivatives).

Results are expressed as mean \pm S.E.M. Statistical analysis was performed using the STATISTICA 13.3 package (TIBCO Software Inc., USA). All variables were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov and Lilliefors tests ($p > 0.05$). The significance of differences between levels of oxidative stress biomarkers (significance level, $p < 0.05$) was tested using the Mann-Whitney *U* test (Zar, 1999). All statistical calculations were performed on separate data from each individual.

Analysing the results of protein oxidation levels, we observed a statistically significant increase in the concentration of aldehydic derivatives of OMP after incubation of blood samples with extracts (at a final dose of 5 mg/mL) derived from both roots (17.15 ± 1.01 nmol/mL) and stems (16.98 ± 1.27 nmol/mL) compared to control samples (14.25 ± 1.15 nmol/mL). There was a statistically significant increase of 20.4% ($p < 0.05$) and 19.2% ($p < 0.05$) in the levels of aldehydic derivatives of OMP. We also observed a statistically significant increase in the levels of ketonic derivatives of OMP after *in vitro* incubation with the blood samples of diabetic patients with extracts (at a final dose of 5 mg/mL) derived from both roots and stems of GC compared to the control samples (22.68 ± 1.58 nmol/mL vs. 18.56 ± 1.5 nmol/mL for stem extracts; 23.25 ± 1.44 nmol/mL vs. 18.56 ± 1.5 nmol/mL for root extracts). There was a statistically significant increase of 22.2% ($p < 0.05$) for stem extracts and 25.3% ($p < 0.05$) for root extracts.

In conclusion, the study of changes in blood protein oxidation biomarkers in patients with T2DM following *in vitro* incubation with GC root and stem extracts (final concentration was 5 mg/mL) revealed an increase in the levels of aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in pre-incubated blood. These changes suggest a potential role for GC in modulating

oxidative stress levels in T2DM. The modulation of blood protein oxidation biomarkers by GC extracts has implications for the management of T2DM. These findings suggest a potential therapeutic avenue for adjunctive therapy in the management of oxidative stress-related complications in individuals with T2DM. Further research is warranted to elucidate the underlying mechanisms responsible for the observed effects of GC extracts on blood protein oxidation biomarkers. Clinical studies are needed to validate these findings and assess the translational potential of GC as a therapeutic agent for individuals with T2DM.

*This work was supported by the Ministry of Science and Higher Education (Poland). This study was carried out as part of the project “Greater Celandine (*Chelidonium majus* L.) as a source of bioactive substances for pharmaceutical use” (Student Science Associations Create Innovations programme, 2023-2024).*

**Tkaczenko H.¹, Grudniewska J.²,
Pękala-Safińska A.³, Natalia Kurhaluk N.¹**

**TIME-DEPENDENT CHANGES IN LIPID PEROXIDATION
BIOMARKERS IN THE HEPATIC TISSUE OF RAINBOW TROUT
(*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM) FOLLOWING VACCINATION
AGAINST *YERSINIA RUCKERI***

¹*Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk,
22a Arciszewskiego Str., 76-200 Słupsk, Poland;*

²*Department of Salmonid Research, Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute,
83-330 Rutki, Żukowo, Poland;*

³*Department of Preclinical Sciences and Infectious Diseases, Faculty of Veterinary
Medicine and Animal Sciences, Poznań University of Life Sciences,
60-637 Poznań, Poland*

e-mail: halina.tkaczenko@upsl.edu.pl

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) is a commercially important fish species farmed worldwide for food production (D’Agaro et al., 2022). However, bacterial pathogens such as *Yersinia ruckeri* pose a significant threat to the aquaculture industry, causing diseases such as enteric redmouth disease (ERM) in trout and other salmonid species (Ormsby et al., 2016; Wangkahart et al., 2019). Vaccination is a widely used strategy to prevent and control bacterial infections in aquaculture, including those caused by *Y. ruckeri* (Raida et al., 2011; Welch and LaPatra, 2016). Lipid peroxidation, a process involving the oxidative degradation of lipids, serves as a sensitive biomarker for oxidative stress-induced damage in biological tissues (Yoshida et al., 2013; Ayala et al., 2014). Oxidative stress occurs when there is an imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the antioxidant defence mechanisms in cells (Pizzino et al., 2017). Vaccination and subsequent immune responses can induce oxidative stress in fish due to the generation of ROS by phagocytes and the inflammatory process (Paiva and Bozza 2014; Biller and Takahashi, 2018). Understanding the

time-dependent changes in lipid peroxidation biomarkers in the liver tissue of rainbow trout following vaccination against *Y. ruckeri* is crucial for assessing the physiological responses and potential oxidative stress associated with immunisation. Monitoring lipid peroxidation biomarkers can provide insight into the kinetics of oxidative damage and the effectiveness of antioxidant defences in vaccinated fish over time.

In this study, we investigated the time-dependent changes in lipid peroxidation biomarkers in the liver tissue of rainbow trout following vaccination against *Y. ruckeri*. By analysing lipid peroxidation products, we aim to elucidate the oxidative stress responses and hepatoprotective mechanisms induced by vaccination in rainbow trout. The knowledge gained from this study may inform the development of vaccination protocols, dietary supplementation strategies and management practices aimed at improving the health and welfare of rainbow trout in aquaculture.

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) weighing 105-135 g were used in the experiments. The study was conducted at the Department of Salmonid Research, Stanislaw Sakowicz Institute of Inland Fisheries in Olsztyn (Poland). The experiments were conducted at a water temperature of $14.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ and a pH of 7.5. Dissolved oxygen levels were approximately 12 ppm, with supplemental oxygen provided by a water flow of 25 litres per minute and a photoperiod of 12 hours per day. Fish were fed a commercial pelleted diet at optimum levels using 12-hour fish belt feeders. Daily food allowances were calculated according to current dietary guidelines (From and Rasmussen, 1984). All enzymatic tests were carried out at the Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology, University of Pomerania, Słupsk (Poland). The fish were divided into two groups: I) control, II) vaccinated against *Y. ruckeri*. The fish were kept in 1000 L square tanks (150 fish per tank) under the same environmental conditions. The vaccine was produced in the Department of Fish Diseases, National Veterinary Research Institute in Pulawy (Poland) according to the procedure covered by patent no. P.428259. The prepared vaccine at a concentration of $1 \cdot 10^9$ cells per ml was used for inoculation of fish *per os*. The vaccine concentrate was added to the fish feed and administered three times at one-day intervals. Fish were maintained at $14.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ water temperature and pH 7.5 for 30, 60 and 180 days after vaccination. In the current study, 15 rainbow trout from the untreated control and 15 vaccinated trout were used before vaccination and at one, two and six months after vaccination. Liver samples were taken from the rainbow trout at one, two and six months after vaccination.

Animals were captured and killed 31, 61 and 181 days after vaccination. The liver was excised *in situ*. The organs were perfused with cold isolation buffer and homogenised using a glass H500 homogeniser with a motor-driven pestle immersed in an ice-water bath to obtain a 1:9 (w/v) homogenate. The

isolation buffer contained 100 mM Tris-HCl; the pH was adjusted to 7.2 with HCl. The homogenates were centrifuged at 3,000 rpm for 15 min at 4°C. After centrifugation, the supernatant was collected and frozen at -25°C until analysis. Protein content was determined by the method of Bradford (1976) using bovine serum albumin as standard. Absorbance was recorded at 595 nm. All assays were performed in duplicate at $22 \pm 0.5^\circ\text{C}$. For the determination of 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), an aliquot of the homogenate was used to determine the lipid peroxidation status of the sample according to Kamyshnikov (2004). TBARS values were expressed as nmoles malonic dialdehyde (MDA) per mg protein.

Results are expressed as mean \pm S.D. Statistical analysis was performed using the STATISTICA 13.3 package (TIBCO Software Inc., USA). Significant differences between means were measured using a multiple range test at a minimum of $p < 0.05$. Non-normally distributed data were log-transformed. Statistical tests with 95% confidence intervals ($\alpha = 0.05$) were used to determine the significance of differences between the parameters studied (Stanisz 2006, 2007). Data were tested for homogeneity of variance using the Levene test and for normality using the Kolmogorov-Smirnov test. For data with a normal distribution, a t-Student test was used for paired comparisons. An ANOVA test was used for comparative analysis between the values obtained in the untreated and vaccinated groups at the first, second and sixth months after vaccination.

According to the data obtained in the current study, the level of lipid peroxidation in the liver tissue of trout immunised with the anti-*Yersinia* vaccine was not significantly different from the untreated groups six months after vaccination. The highest value of TBARS was obtained in the first month after vaccination (by 62.7%, $p < 0.05$), with a decrease in the second month (by 46.8%, $p < 0.05$) and a subsequent increase at six months (by 24.9%, $p > 0.05$) compared to the value obtained before vaccination (0 months). Similar to the vaccinated group, the highest TBARS level in liver tissue of the untreated group (control) was obtained in the first month (by 59.2%, $p < 0.05$), with a decrease in the second month (by 47.9%, $p < 0.05$) and a subsequent increase at six months (by 5.2%, $p > 0.05$) compared to the prevaccination level. A statistically significant decrease in TBARS levels was observed between the values obtained in the untreated and vaccinated groups at one month (by 67.3% and 67.2%, respectively, $p < 0.05$) compared to the values obtained at two months after vaccination. In contrast, a statistically significant increase in TBARS level was observed between the values obtained in the untreated and vaccinated groups one month after vaccination (by 51.3% and 30.3%, respectively, $p < 0.05$) compared to the values obtained at six months. Similarly, a statistically significant increase in TBARS level was observed between the values obtained in the untreated and vaccinated groups two months after vaccination (by 101.9% and 134.9%, respectively, $p < 0.05$) compared to the values obtained at six months.

Our results show that vaccination against *Y. ruckeri* induced time-dependent changes in lipid peroxidation biomarkers in the liver tissue of rainbow trout. The generation of reactive oxygen species (ROS) as part of the immune response did not contribute to oxidative stress, lipid peroxidation and cellular damage in vaccinated fish. Understanding the oxidative stress responses of rainbow trout to vaccination against bacterial pathogens is essential for optimising vaccination protocols and improving disease resistance in aquaculture. Strategies aimed at modulating oxidative stress, such as dietary antioxidant supplementation, may complement vaccination efforts and improve fish health outcomes in commercial production systems. Further research is needed to elucidate the underlying mechanisms driving the time-dependent changes in lipid peroxidation biomarkers and antioxidant defences following vaccination in rainbow trout. Longitudinal studies incorporating broader temporal and spatial scales may provide deeper insights into the dynamics of immune responses and oxidative stress in vaccinated fish populations. In conclusion, the assessment of time-dependent changes in lipid peroxidation biomarkers in rainbow trout following vaccination against *Y. ruckeri* highlights the complex interplay between immune responses and oxidative stress in fish. By elucidating these relationships, we can improve our understanding of vaccination-induced stress in aquaculture and develop strategies to improve the health and welfare of farmed fish populations.

The study was carried out as part of the statutory activities of the Institute of Biology, Pomeranian University in Slupsk (Poland).

Tkaczeko H., Kurhaluk N.

ASSESSMENT OF THE SEASONAL COMPONENT OF ERYTHROCYTE
PARAMETERS IN SHETLAND PONIES OF BOTH SEXES BEFORE
AND AFTER OUTDOOR EXERCISE

Institute of Biology, Pomeranian University in Slupsk,

22a Arciszewskiego Str., 76-200 Slupsk, Poland

e-mail: halina.tkaczeko@upsl.edu.pl, natalia.kurhaluk@upsl.edu.pl

Known for their robust build and resilient nature, Shetland ponies have been the focus of various equestrian activities, including exercise programmes (Suwannachot et al., 2000; Back et al., 2002). Understanding the physiological responses of these ponies to exercise is essential for their welfare and performance optimisation (Brown, 1975; Erickson et al., 1997; Te Moller et al., 2021). One of the key factors influencing physiological changes during exercise is the seasonal component, which includes variations in environmental conditions such as temperature, humidity and daylight duration (Witkowski and Tischner, 2000; Wallsten et al., 2012; Meisfjord Jørgensen et al., 2020; Kang et al., 2023). Blood morphological parameters are important indicators of the physiological status of ponies during exercise. These parameters can be subject to fluctuations influenced by factors such as metabolic demands, thermoregulation and hormonal

balance (Jensen et al., 2019; Arfuso et al., 2021, 2022; Grzędzicka et al., 2023). Investigating seasonal variations in these parameters provides valuable insights into how environmental factors interact with the physiological responses of Shetland ponies during exercise. Such analyses will help to tailor management practices, exercise routines and nutritional strategies to optimise the health, performance and welfare of these animals across seasons (Adamu et al., 2012; Brinkmann et al., 2018; Poškienė et al., 2019; Ono et al., 2021).

In this study we investigated the analysis of the seasonal component in the assessment of morphological blood parameters in Shetland ponies of both sexes during exercise. By reviewing existing research and emerging findings, we aim to elucidate the complex interplay between environmental factors and physiological responses, and highlight potential implications for equine management and athletic performance. Therefore, the aim of our study was to determine the effect of environmental conditions associated with seasonal changes on erythrocyte parameters [haematocrit (HCT), haemoglobin concentration (HGB), red blood cell count (RBC), mean corpuscular haemoglobin concentration (MCHC), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular haemoglobin (MCH), red cell distribution width (RDW)] in both sexes of recreationally ridden Shetland ponies in the Central Pomeranian region (Pomeranian Voivodeship, northern part of Poland) before and after exercise.

Twenty-one healthy adult Shetland ponies (11 mares and 10 stallions) aged 6.5 ± 1.4 years from the Central Pomeranian region of Poland (Strzelinko, N54°30'48.0" E16°57'44.9") were used in the current study. All were used for recreational riding. Animals were housed in individual stalls and fed hay and oats twice daily at 08:00 and 18:00, with water available *ad libitum*. All ponies underwent a thorough clinical examination and haematological, biochemical and vital parameters were within reference ranges. None of the mares were pregnant. The exercise session started at 10:00 am, lasted one hour, and consisted of a cross-country ride with walking (5 min), trotting (15 min), walking (10 min), trotting (10 min), walking (5 min), galloping (5 min), and walking (10 min). These were a selection of routine physical demands of typical duration for Shetland ponies and, in combination, were not strenuous for the animals.

Blood samples were taken from the animals' jugular veins in the morning, 90 min after feeding while the horses were in the stable (between 8.30 am and 10 am) and immediately after the exercise test (between 11 am and 12 pm). Blood samples were taken once per season for one year: spring (3 April), summer (5 July), autumn (1 October) and winter (25 January). Blood was stored in tubes containing K₃-ethylenediaminetetraacetic acid and kept on ice. Routine haematological parameters were measured and counted using an Abacus Junior Vet automated haematology analyser (Diatron Medical Instruments, Budapest, Hungary).

Statistica 13.3 package (TIBCO Software, Palo Alto, CA, USA) was used for statistical analysis. Significant differences between means were measured using a multiple range test, with P values < 0.05 considered significant. Data that were not normally distributed were log-transformed. Levene's test was used to test for homogeneity of variance, and the Kolmogorov-Smirnov test was used to test for normality. Differences between pre- and post-exercise values, mares and stallions, and the four photoperiods were analysed by two-way ANOVA followed by Bonferroni's post-hoc test (Zar, 1999). The use of multivariate significance tests of the main effects (photoperiod, sex, exercise and their combined effects) on the morphological parameters commonly used in studies evaluating different exercises helped to identify statistically significant relationships for all values. In the modelling approach, to combine the effects of the three factors (season, sex and exercise), a three-way classification model was used, with four tests, i.e. Wilks', Pillai's, Hotelling's and Roy's, to estimate the value of the dependent variable, the mean, the main effect with the effect of their interaction and the experimental random error with the F-test and its significance. The data from the multivariate analysis of variance (MANOVA) were also confirmed by the results of the sum of squares test (total SS model) vs. residual SS in terms of the values of the multiple correlation analysis (R), the coefficient of determination (R^2) and its corrected form reduced by random errors (R^2 adjusted) in the data analysis. The coefficient of determination is considered the main indicator of the quality of the regression model, describing the relationship between the dependent and independent variables in the statistical model (Zar, 1999).

Multivariate tests of significance were used to analyse the data, using the T coefficient (T statistic) to assess differences between group means in multivariate analysis of variation (MANOVA) and the F coefficient (F test) in MANOVA to identify significant differences between the three groups within complex data sets (photoperiod, pony sex and physical activity level). The results of the analysis of the main factors showed that the effect of photoperiod was statistically significant in our statistical model, giving test values of 2.380-0.188 ($F = 4.04-8.00$, P-value = 0.000). The effects of sex were also statistically significant with $T = 1.507-0.399$ ($F = 8.52$, P value = 0.000). The effects of exercise in the statistical model were as follows $T = 2.052-0.328$ ($F = 11.60$, P-value = 0.000). The tests also revealed statistically significant correlations in the effect of the combination of the season \times exercise main factors ($T = 3.921-0.132$, $F = 18.60-4.15$, P value = 0.000). The combination of the sex \times training effects was also found to be statistically significant, but less so than in the previous test ($T = 0.248-0.752$, $F = 1.86$, P value = 0.016). The same level of statistical significance was shown for the effects of the combination of the three factors season \times sex \times exercise ($T = 0.784-0.406$, $F = 1.44-2.33$, P value = 0.016). The analysis of effects revealed the leading role of photoperiod and exercise factors and their combined effect on

morphological blood parameters, the dynamics of which indicated the formation of effective adaptive responses in the ponies during exercise. The analysis of only statistically significant dependencies in our statistical model showed the highest β -coefficients for HCT (negative for sex) and MCV (negative for sex). Smaller but statistically significant β coefficients were found for RDW (positive) and especially for the season factor. The coefficient of determination indicates how much of the variation in a given variable is explained by the influence of the factors included in the statistical model. The specification of the coefficient of determination and its adjusted form made it possible to establish the following relationships for statistically significant changes: HCT > RDW > RBC.

Therefore, photoperiod and exercise were more important than sex in inducing changes in the parameters studied. Importantly, factors in combination (season \times exercise, sex \times exercise and season \times sex \times exercise) were effective in mediating adaptive responses to maintain or restore blood chemistry homeostasis in ponies during exercise. Thus, it is clear from our results that both seasonality per se and its combination with exercise have an important influence on the mechanisms of stable blood homeostasis in horses. Statistical analysis revealed no statistically significant seasonal differences in blood morphology parameters during exercise in either sex of Shetland pony. The lack of a seasonal effect may be explained by the fact that the horses' level of exercise was adequate, not excessively strenuous and did not cause severe stress that could be associated with significant changes in blood morphology.

In conclusion, the analysis of seasonal variations in morphological blood parameters in Shetland ponies during exercise highlights the complex interplay between environmental factors and equine physiology. By integrating these findings into equine management practices, stakeholders can promote the health, welfare and performance of Shetland ponies in different seasons, thereby advancing the field of equine science and enhancing the human-horse bond. The recognition of seasonal components in physiological assessment underlines the importance of prioritising equine welfare. By considering environmental influences, owners, trainers and veterinarians can ensure the optimal care and welfare of Shetland ponies throughout the year. By adapting training programmes and competition schedules to seasonal variations, stakeholders can enhance the resilience, endurance and competitiveness of these equine athletes. While existing studies provide valuable insights, further research is needed to fully understand the seasonal component of equine physiology. Longitudinal studies across different geographical regions and climatic conditions can deepen our understanding and refine management strategies.

The authors would like to thank the Pomeranian University in Slupsk for supporting this research.

Trach Y.¹, Moroz A.¹, Brodyak I.¹, Kucharska A. Z.², Sybirna N.¹

ALTERATION OF PROTEIN METABOLISM IN EXPERIMENTAL
DIABETES MELLITUS AFTER ORAL ADMINISTRATION OF FRUIT
EXTRACTS OF DIFFERENT CULTIVARS OF *CORNUS MAS* L. AND
HYBRID *CORNUS MAS* × *CORNUS OFFICINALIS*

¹ Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskogo Str., 79005 Lviv, Ukraine

² Wrocław University of Environmental and Life Sciences
37/41 J. Chelmoński St., 51-630 Wrocław, Poland
e-mail: yurii.trach@lnu.edu.ua

Type 1 diabetes mellitus (T1DM), previously called “insulin-dependent diabetes” or “juvenile-onset diabetes”, accounts for 5–10% of diabetes cases and is induced by cellular-mediated autoimmune destruction of the pancreatic β -cells (Diabetes Care, 2022; American Diabetes Association Professional Practice Committee, 2021). T1DM is characterised by hyperglycemia and therefore severe metabolism alteration. Protein metabolism is not an exception. Protein turnover constitutes a major part of Nitrogen metabolism and is affected in T1DM, thus protein degradation exceeds protein synthesis. This leads to increase in free amino acid concentration in blood. Glucogenic amino acids enter the gluconeogenesis pathway via the citric acid cycle. The carbon skeletons of glucogenic amino acids are converted into pyruvate, 2-oxoglutarate, succinyl-CoA, fumarate, and oxaloacetate, which act as the glucose precursors. For instance, alanine is a glucogenic amino acid and is readily converted in the liver by the catalytic action of alanine transaminase with α -ketoglutarate to form glutamate and pyruvate. Pyruvate is converted to glucose by the gluconeogenic pathway. Liver glucose, so formed then enter the bloodstream (via glucose transporter 2), increasing the state of hyperglycemia. The amino group of amino acids, initially transported into the liver, is converted to urea in the ornithine cycle and excreted in this form (Litwack, 2018). As a result of urea production elevation, azotemia develops and may cause chronic or acute kidney disease or retinopathy.

Biologically active compounds used in the treatment of disease are mostly extracted from plants. The promising source of such compounds is the fruits of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). It is worth noting that fruits of different cultivars of *Cornus mas* L. and hybrids of *C. mas* L. × *C. officinalis* Siebold & Zucc contain distinct sets of iridoids, flavonols and anthocyanins. Hence, fruit extracts may demonstrate different effects on organisms. It is already known that the extracts of *C. mas* fruits have anti-inflammatory, antidiabetic, hepatoprotective, antioxidative and anti-osteoporotic effects (Klymenko et al., 2021).

In this research, we study the effects of the extracts from fruits of the 'Uholok' and 'Koralovyi' cultivars of *C. mas* and hybrid *C. mas* × *C. officinalis* on indicators of protein metabolism in experimental DM.

An experiment was conducted using Wistar male rats weighing 120–150 g. In order to induce T1DM, a dose of 55 mg/kg of streptozotocin was injected intraperitoneally. Fruit extracts (20 mg/kg of b.w.) were dissolved in distilled

water and administrated *per os* on the 10th day after streptozotocin injection. Treatment was continued for 14 days. In rats' blood plasma we assayed creatinine and urea concentration, activity of gamma-glutamyltransferase (EC 2.3.2.2, GGT), alanine transaminase (EC 2.6.1.2, ALT), aspartate transaminase (EC 2.6.1.1, AST) using the Filisit diagnostics kits (Dnipro, Ukraine).

Urea concentration assay showed that administration of fruit extract of the 'Uholok' cultivar and fruit extract of hybrid *C. mas* × *C. officinalis* to animals with DM normalized urea concentration compared to the diabetic group. However, urea concentration was 2.5-fold higher in the group that was treated with the extract from fruits of the 'Koralovyi' cultivar. Significant difference in plasma creatinine concentration between all groups was not observed. Activities of ALT and AST increased in the diabetic group and significantly declined in the DM group treated with the fruit extract of the 'Uholok' cultivar. Among the DM group that received the extract from fruits of the 'Koralovyi' cultivar treatment AST activity was lower than in the control group. It is probably due to the interference caused by uremia in that experimental group. Activity of GGT was elevated in the group treated with the fruit extract of the 'Koralovyi' cultivar compared to the control and diabetic groups.

Results of our study demonstrated that the fruit extract of the 'Uholok' cultivar of *C. mas* and *C. mas* × *C. officinalis* hybrid have positive effects on investigated indicators of protein metabolism in experimental T1DM. The extraordinary effect of fruit extract of the 'Koralovyi' cultivar of *C. mas* should be elucidated in the future.

**Yunko K.,¹ Impellitteri F.,² Martyniuk V.,³ Multisanti C. R.,²
Gnatyshyna L.,⁴ Zabolotna M.,¹ Khoma V.,⁵ Matskiv T.,⁴ Gylte B.,⁶
Manusadzianas L.,⁶ Faggio C.,² Stoliar O.¹**

**BIOCHEMICAL RESPONSES OF MARINE AND FRESHWATER
BIVALVE MOLLUSCS TO NEUROLEPTIC CHLORPROMAZINE**

¹ Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

M. Kryvonosa Str. 2, 46027 Ternopil, Ukraine

² University of Messina,

Viale Ferdinando Stagno d'Alcontres, 31, 98166 S.Agata-Messina, Italy

³ Ternopil Ivan Puluj National Technical University

Rus'ka St 56, 46001 Ternopil, Ukraine

⁴ I. Ya. Horbachevsky Ternopil National Medical University

Maidan Voli 1, 46001 Ternopil, Ukraine

⁵ Ternopil Scientific Research Forensic Center

of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine,

St. Budny, 48, Ternopil, 46020, Ukraine

⁶ Nature Research Centre, Vilnius, Lithuania,

Akademijos 2, 08412 Vilnius, Lithuania

e-mail: yunkokateryna@tnpu.edu.ua

Chlorpromazine (Cpz) belongs to the first-generation or “typical” neuroleptics that are used to treat symptoms of plural psychiatric disorders and

are often referred to as “dirty drugs” because they act on multiple receptors common for different phyla. The utilizing of Cpz is expected to increase due to its potential anti-cancer and antiviral activity against SARS-CoV-2. With aim to indicate Cpz specificity and severity of its impact in the marine and freshwater bioindicators, the bivalve molluscs *Mytilus galloprovincialis* and *Unio tumidus* were treated by ecologically relevant concentrations of Cpz: (Cpz 1: 12 ng L⁻¹; Cpz 2: 12 or 18 µg L⁻¹, corresponding to ~40 pM and 40 nM) for 14 days, focusing on oxidative stress indexes, including low weight thiolome, biotransformation and apoptosis-related enzymes.

In both studied species, Cpz provoked superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) misbalance, when SOD activity increased, while CAT decreased, causing an elevated lipid peroxidation (TBARS) and protein carbonylation (PC), particularly in the Cpz 2 groups. The level of stress-related Zn-binding protein metallothionein increased in all cases, except Cpz 2 in *U. tumidus* simultaneously with the increased level of its metalated form (except Cpz 1 in *U. tumidus*). It was also indicated the elevation of the concentration of reduced glutathione (GSH) and GSH/GSSG ratio in most exposures. The resulting ratio (SOD+CAT+GSH)/(TBARS+PC+GSSG) indicated a pro-oxidative shift. Consequently, Cpz even at low pM concentration caused oxidative injury in both marine and freshwater mussels that was accompanied by activation of low weight thiolome. Moreover, the analysis of *U. tumidus* detected the increase of NADH/NAD⁺ ratio indicating the redox shift that support the thiols reductive state and redox stress. The severity of injury was confirmed by decreased lysosomal integrity in all exposures.

On the other hand, the effects of Cpz on the enzymes of biotransformation and apoptosis were opposite in the marine and freshwater mussels. Biotransformation activity in phase I, as exemplified by CYP450-dependent EROD, increased exclusively in the Cpz 1 group, whereas glutathione S-transferase (GST) activity increased in both exposures in the *M. galloprovincialis*. Their exposures caused the prominent increase of caspase-3 and cathepsin D total and extralysosomal activities. These findings show that Cpz induces non-specific symptoms of biochemical disturbances in molluscs. Freshwater molluscs are more vulnerable to exposures demonstrating the exhausting of the responses of detoxification system.

Acknowledges. This work has been granted to Oksana Stoliar by University of Messina, Italy (Award of Visiting professor in the academic year 2022/2023) and bilateral Ukraine-Lithuania scientific projects in 2021 and 2024 yy). We cordially thank to all PhD and Master Students of UNIME, who was involved in the sampling and experiment organizing.

БОТАНІКА ТА ІНТРОДУКЦІЯ РОСЛИН BOTANY AND PLANTS INTRODUCTION

Галицька Н., Гончаренко В.

АНАЛІЗ АДВЕНТИВНОЇ ФРАКЦІЇ ФЛОРИ МІСТ БОРИСЛАВА,
СТЕБНИКА ТА СЕЛИЩА СХІДНИЦЯ
(ДРОГОДИЦЬКА АГЛОМЕРАЦІЯ)

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: senechyn@gmail.com

Halytska N., Honcharenko V. ANALYSIS OF THE ADVENTIVE FRACTION OF THE FLORA OF BORYSLAV, STEBNYK CITIES AND THE VILLAGE OF SCHIDNYTSYA (DROHOBYCH AGGLOMERATION). The adventive fraction of the flora of Boryslav, Stebnyk cities and the village of Schidnytsya including 72 species of 62 genera and 27 families, is described. According to the time of immigration, kenophytes predominate among alien species. Its systematic and biomorphological structures was analyzed. The major families, namely Asteraceae, Poaceae and Rosaceae. The most common species belonged to the group native of North America and the Mediterranean.

Однією з основних проблем збереження фіторізноманіття є дослідження адвентивної флори, встановлення її сучасного видового складу та з'ясування шляхів і способів занесення адвентивних видів рослин й проведення їх моніторингу.

Дослідження адвентивних видів флори міст Борислава, Стебника та селища Східниця проводилося на основі власних польових досліджень протягом вегетаційного періоду у 2019-2021 роках. Видова ідентифікація проводилася за “Визначником вищих рослин України” (1987). Аналіз адвентивних видів проводили за класифікацією Я. Корнася (Kornas, 1968), з доповненнями В. В. Протопопової (Протопопова, 1991). Спостереженнями були охоплені всі основні зони міст, з різними ступенями антропогенного навантаження (ділянки вздовж автомобільних шляхів та залізничних колій, придорожні смуги, звалища, смітники, пустирі, парки, території міських канал та берега річок).

За результатами досліджень встановлено, що адвентивна фракція флори міст Борислава, Стебника та селища Східниця налічує 72 види, які належать до 62 родів і 27 родин. Аналіз отриманих результатів дослідження показав, що провідною родиною є Asteraceae (20 видів). На другій позиції розташовуються родини Poaceae та Rosaceae (по 7 видів). Інші родини представлені невеликою кількістю видів. Виявлено низку інвазійних видів. Зокрема, *Acer negundo* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Solidago canadensis* L., *Impatiens parviflora* D.C., *Phalacrologium annuum* (L.) Dumort., *Robinia pseudoacacia* L.

Згідно з класифікацією Я. Корнася за часом занесення серед адвентивних видів переважають кенофіти, які налічують 49 видів. Археофіти становлять 23 види. За способом занесення домінують ергазіофіти – 41 вид, аколотофіти представлені 26 видами та ксенофіти – 5. За ступенем натуралізації переважають епекофіти – 37 видів. Колонофіти становлять 23 види. Агріофіти представлені 8 видами, ефемерофіти – 4.

За походженням серед видів адвентивної фракції флори міст Борислава, Стебника та селища Східниця переважають види північноамериканського та середземноморського походження. Їх налічується 32 види.

Розподіл адвентивних видів рослин досліджуваної території за життєвими формами свідчить про підвищення ролі багаторічних трав'янистих рослин (22 види), деревних рослин (14 видів) та однорічних рослин (29 видів), а також зменшення ролі хамефітів (4 види) та криптофітів (3 види). Це може бути наслідком того, що багаторічні трав'янисті рослини та дерева мають високу адаптованість до умов зростання в антропогенно трансформованих біотопах.

В екологічному спектрі серед адвентивних видів досліджуваних міст за гігроморфами переважають мезофіти та ксеромезофіти. Їх налічується 65 видів. Більша половина видів за вибагливістю до ґрунту є мезотрофами. Характерне переважання за відношенням до світла геліофітів.

Гафич Т., Данко Ю., Кобылецька М.

ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ *HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN.
У ЗАКАРПАТСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Львівський національний університет імені Івана Франка
бул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: hafich2004@gmail.com

Hafych T., Danko Y., Kobyletska M. FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF *HERACLEUM SOSNOWSKYI* MANDEN. IN THE TRANSCARPATIAN REGION. Increasing anthropogenic impact leads to an increase in invasive species, which destabilizes ecosystems, reduces biodiversity and displaces rare species. *Heracleum sosnowskyi*, introduced for fodder, was found to be carcinogenic. Neglected foci of introduction led to its global spread in Zakarpattia Oblast. The species displaces other plants, has high ecological plasticity and spreads rapidly, especially along rivers. In Ukraine, no measures are taken to control and eliminate the species at the national level. Complex measures are required to combat the invasion: mechanical, agrotechnical and chemical.

Зростання антропогенного впливу на екосистеми призводить до збільшення частки інвазійних видів рослин у їх складі. Це призводить до дестабілізації екосистемних зв'язків, редукції біорізноманіття, локального витіснення та в подальшому регіонального зникнення популяцій рідкісних

видів. Низка науковців класифікують біологічні інвазії, як значущий фактор, що несе загрозу біорізноманіттю (Вихор, Проць, 2016; Козак, 2013). Одним з таких високоінвазійних видів є *Heracleum sosnowskyi*, який значно поширився на території Закарпаття за останні десятиліття (Соломійчук та ін., 2020).

Метою нашої роботи було проаналізувати дослідження пов’язані зі станом, появою, неконтрольованим поширенням *Heracleum sosnowskyi* та методами боротьби з ним на теренах Закарпаття.

Heracleum sosnowskyi був інтродукований на території Закарпатської області в середині ХХ століття, як фуражна рослина. Використання борщівника в кормових цілях не принесла бажаного результату, через погіршення якісних показників молока у корів та потенційної канцерогенності, а місця інтродукції були занедбані й не піддавалися очищенню, що згодом призвело до їхнього проникнення в природні осередки (Вихор, Проць, 2014). Завдяки значній біомасі та висоті *Heracleum sosnowskyi* чинить конкурентний тиск на супутні квіткові культури, витісняючи їх з фітоценозу, оточення якого характеризується відсутністю інших видів трав’янистих рослин. Характеризується широкою амплітудою пристосувань факторів навколишнього середовища, високою екологічною пластичністю та значним потенціалом до поширення (Роман, 2023; Кисильов та ін., 2020).

Аналіз динаміки виду свідчить про два чітко окреслених етапи: фаза раннього розвитку (1973-1999 рр.), що характеризувалась початковим заселенням та поступовим зростанням та фаза стрімкого зростання (2000 – до сьогодні), яка відзначається експоненціальним приростом популяції. Останніми роками відзначається інтенсивна інвазія *Heracleum sosnowskyi* на території Закарпатської області, що проявляється в його масовому розповсюдженні, особливо вздовж річкових систем Тиса, Латориця, Уж та інших. Найчастіше рослина трапляється у межах 150–399 м н.р.м. у поясах низинних і передгірних дубових лісів, а найрідше трапляється у межах флористичних районів Горган і Чорногори [Вихор, Проць, 2014]. В Україні *Heracleum sosnowskyi* не включено до Переліку регульованих шкідливих організмів, тому заходи з його контролю та ліквідації не проводяться на загальнодержавному рівні (Роман, 2023). Вивчення екологічних особливостей та біології цих інвазійних видів є важливим кроком до розробки ефективних методів боротьби з ними. Для забезпечення ліквідації інвазійних видів необхідно застосовувати комплекс заходів: механічних (викорінення, скошення до цвітіння з повторенням процедури 2-4 рази на рік), агротехнічних (сівозміни) та хімічних (внесення пестицидів для боротьби з бур’янами). Допомагає у боротьбі викопування та зрізування коренів на глибині 10-15 см. Для ефективності процесу ліквідації інвазійних

видів заходи боротьби потрібно проводити одночасно по всій засміченій місцевості (Роман, 2023).

Нами заплановано провести дослідження біологічно активних речовин насіння і вегетативних органів рослин *Heracleum sosnowskyi* з метою з'ясування їх потенційного впливу на біоту з метою збільшення ефективності заходів для боротьби з розповсюдженням цього виду.

Головка В., Хомей Я., Одінцева А.

МІКРОМОРФОЛОГІЯ ТА АНАТОМІЯ ПЛОДУ
SILENE BACCIFERA (CARYOPHYLLACEAE)

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: viktoria.golovka2@gmail.com

Holovka V., Khomei Y., Odintsova A. MICROMORPHOLOGY AND ANATOMY OF THE FRUIT IN *SILENE BACCIFERA* (CARYOPHYLLACEAE). The internal fruit structure, number of seeds and anatomy of the pericarp were studied in *Silene baccifera*. The fruits contain 1 to 37 ripe black seeds. It was assumed that the external lignified layers of the pericarp contradict the assumption that the fruit type is a berry.

Silene baccifera (L.) Durande – це багаторічна трав'яна рослина з родини Caryophyllaceae, гемікриптофіт, гігрофіт, нітрофіл, геліосцифіт; розмножується насінням та вегетативно (Федорончук та ін., 2002). Вид поширений в усіх регіонах Євразії з помірним кліматом, інтродукований у Великобританії (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:156886-1>). В Україні представники виду спорадично трапляються по всій території на лісових галявинах, у вологих лісах, серед чагарників (Федорончук, 2023). Характерна ознака цього виду – ягодоподібний плід, що є винятком для родини Caryophyllaceae, хоча й відповідає структурі справжньої коробочки у видів триби Silenoideae (наявність спільної порожнини, утвореної в результаті руйнування перегородок між плодолистками та формування багатьох насінин). Від інших видів роду *Silene* L. цей вид відрізняється також виткими надземними пагонами (Федорончук, 2023). Особливий тип плоду і роздута чашечка квітки були підставою для віднесення цього виду до окремого роду *Cucubalus* L. Втім, молекулярні дані підтверджують його близьку спорідненість з іншими видами роду *Silene*, на підставі чого вид включено до складу останнього роду (Greuter, 1995; Jafari et al., 2020). Плоди на різних стадіях дозрівання, бутони та квітки *S. baccifera* були зібрані у м. Винники Львівського району Львівської області, 11 вересня 2023 року та зафіксовані в 70% етанолі. Для дослідження були використані 30 плодів, які вивчали під світловим мікроскопом. При вивченні анатомічної будови оплодня зрізи обробляли

розчином флороглюцину та хлоридною кислотою з метою виявлення лігніну та встановлення ознак подібності з коробчастим плодом.

Зав'язь *S. baccifera* має кулясту форму, у квітці вона світло-зелена, у плоді спочатку зелена, згодом, після припинення росту, чорніє. На верхівці зав'язі є три довгі білі стилодії, які опадають на початку періоду плодоношення. Чашечка спочатку огортає зав'язь, а потім відхиляється вниз, так що плід відкрито експонується на короткому гінофорі. Плід – тричленний верхній багатонасінний, одногніздний, але зберігає залишки септ по всій внутрішній поверхні оплодня у вигляді невеликих потовщень. Також на внутрішній поверхні оплодня на радіусах серединних площин плодолистків помітні борозенки (залишки дорзальних щілин розкривання коробчастого плоду, характерного для представників роду *Silene*). Плацента центрально-колончаста, куляста, горбкувата. Насінини при дозріванні змінюють колір з білого до світло-бурого і чорного, займають всю порожнину зав'язі. У нашому дослідженні з'ясовано, що діаметр стиглих плодів коливається від 5 мм до 7 мм. Виявлена велика різниця кількості насінин у плодах: від 37 до 1 насінини, в середньому – 10 у плоді. Зазвичай, переважає або велика кількість насінин (20-30), або дуже мала кількість (1-8), вкрай рідко трапляється 10-20 насінин у плоді. При цьому діаметр плоду не впливає на кількість насінин. Наприклад, в плоді з діаметром 6,6 мм виявлено 23 насінини, а в плоді з діаметром 7,2 мм – 12 насінин. Оплодень тонкий, м'ясистий, близько 500 мкм завтовшки. Клітини зовнішніх шарів оплодня товстостінні, багатокутні, здерев'янілі. Внутрішня частина оплодня паренхімна, тонкостінна, містить поодинокі кубічні кристали і друзи оксалату кальцію.

Отже, наші дослідження дозволили виявити здерев'яніння зовнішнього шару оплодня у *S. baccifera*, що суперечить визначенню його типу плоду як ягодоподібного.

Гончаренко В., Галицька Н., Островський Р., Галицький Т.

**NOVI LOKALITETI *IMPATIENS GLANDULIFERA* ROYLE
(BALSAMINACEAE) НА ТЕРИТОРІЇ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: vherbarium@ukr.net*

Honcharenko V., Halytska N., Ostrovskiy R., Halytskyi T. NEW LOCALITIES OF *IMPATIENS GLANDULIFERA* ROYLE (BALSAMINACEAE) ON THE TERRITORY OF THE LVIV REGION. Information about a new localities *Impatiens glandulifera* Royle in the territory of the Lviv region is provided.

В сучасних умовах активно відбувається процес адвентизації флори, що виявляється як у збільшенні видового різноманіття, так інвазіях чужорідних організмів. Ці процеси характерні і для флори України.

Impatiens glandulifera Royle – адвентивний вид західногімалайського походження (Beerling, Perrins 1993) як у Європі, так і в окремих провінціях Канади, США, Нової Зеландії, Японії (Beerling, Perrins, 1993; Cockel, Tanner, 2012; Perrins et al., 1993; Weber, 2003). Природний ареал *Impatiens glandulifera* охоплює передгір'я західних Гімалаїв: північно-східний Пакистан, північний захід Індії (Джамму і Кашмір, Хімачал-Прадеш і Уттаракханд) і захід Непалу (GBIF, 2022). На території України є інвазивним видом на Закарпатті, Поліссі та в північно-західному Лісостепу (Zavialova et al., 2021).

Загалом інформація про історію поширення, еколого-ценотичні особливості та інвазивність *Impatiens glandulifera* як на території України, так і Львівської області наведена в роботах В. Шевчика із співавторами (Shevchuk et al., 2022) та С. Конякіна, Л. Губарь, В. Буджака (2022). Результати дослідження участі як виду-трансформера у різних рослинних угрупованнях Українського Полісся (Лісової зони України) наведено В. Протопоповою із співавторами (Protoropova V. et al., 2015).

Нами цей вид виявлений в локалітетах “Львівська обл., м. Львів-Білогорща, сх. околиці, вул. Білогорща, на березі каналу. 301 м. н.р.м. N 49°84'46.1», E 23°95'27.6».ВН 4214. 15.07.2019 р. Гончаренко В.І.; Львівська обл., Дрогобицький р-н, м. Борислав, вул. Бічна Джерельна, правий берег річки Тисмениця, біля мосту. N 49°26'48.1», E 23°39'13.9».ВН 4223. 26.09.2021 р. Гончаренко В.І., Галицька Н.П., Галицький Т.С.; Львівська обл., Дрогобицький р-н, м. Дрогобич, вул. Івана Дацка, 7, лівий берег потоку, біля мосту. N 49°20'56.7», E 23°31'00.5».ВН 4301. 09.07.2023 р. Гончаренко В.І., Галицька Н.П., Галицький Т.С.” Дослідження хорології *Impatiens glandulifera* на території України залишається актуальним завданням у зв'язку з тим, що цей вид є із високим ступенем інвазійності та видом-трансформером.

Данко Ю., Кобилецька М.

ПОШИРЕННЯ ІНВАЗИВНИХ РОСЛИН НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів 79005, Україна
e-mail: yura_danko@ukr.net*

Danko Y., Kobyletska M. SPREAD OF INVASIVE PLANTS IN THE TERRITORY OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS. This article presents the results of the analysis of publicly available research on the spread of invasive plants in the territory of the Ukrainian Carpathians. In the course of the analysis of the works devoted to this topic, a number of conclusions and generalizations were formed regarding the spread of invasions in the Carpathian region, the state, the study of this issue and the main directions of research of adventitious flora.

Стрімке та неконтрольоване поширення інвазивних видів несе значну небезпеку біорізноманіттю та аборигенним екотопам (Шевера та ін., 2017). Україна не стала винятком з цього правила і останніми роками гостро стикнулася з проблемою інвазивних видів рослин. Особливу увагу

в розрізі цієї проблематики притягує до себе Карпатський регіон, який чи не найінтенсивніше піддавався поширенню інвазій ще з давніх часів (Zavialova et.al., 2021).

Нашою метою було проаналізувати дослідження, пов’язані з адвентивною рослинністю Українських Карпат та сформулювати узагальнену інформацію про поширення інвазій у цьому регіоні. Предметом досліджень було обрано стан флори Українських Карпат в площині поширення неаборигенних видів, а об’єктом досліджень – експансія інвазій в Карпатському регіоні.

У ході аналізу робіт, присвячених цій тематиці, було сформульовано низку висновків та узагальнень щодо поширення інвазій в Карпатському регіоні, стан, вивчення цього питання та основні напрями досліджень адвентивної флори. Науковці намагаються створювати списки інвазивних видів рослин для певних регіонів, досліджувати походження та способи поширення неаборигенних видів, розробляти методи боротьби або превентивних дій для запобігання поширення та прогнозування майбутньої експансії цієї групи рослин. Одним з основних факторів, який спричинив активне поширення адвентивних видів рослин, є людська діяльність (Skocajic, Nešić., 2020; Соломійчук та ін., 2020; Павлишак, Кречківська, 2021; Dubyna et al., 2022). Домінантними родинами за кількістю інвазивних видів, поширених на території Українських Карпат, є Айстрові (Asteraceae), що становлять від 18% до 30% від загальної кількості, Капустяні (Brassicaceae) – (8-12%) та Злакові (Poaceae) – (8-10%). За часом занесення співвідношення археофітів і кенофітів становить близько 1:2.5 у всіх областях, окрім проаналізованих регіонів Івано-Франківської області, де співвідношення було або обернене, або 1:1. Переважне походження видів середземноморське, північно-американське та ірано-туранське (Вихор, Проць, 2014; Prots, 2013; Чорней, 2018; Павлишак, Даньків 2022; Монастирська та ін., 2022; Чуба, Мамчур., 2018; Solomakha et al., 2012; Рудейчук-Кобзева 2019). Дослідження інвазивних видів рослин, а саме їхнього аллопатичного впливу, процесів конкуренції та моделювання й прогнозування майбутнього поширення може допомогти зупинити експансію неаборигенних видів. Поточне планування збереження біорізноматніття Українських Карпат має бути докорінно змінено враховуючи наявність загрози інвазивних видів та намагання розробити довгострокову та всеосяжну стратегію боротьби з адвентивними рослинами (Darrigran, Damborenea, 2015; Зав’ялова 2019; Черниш, 2023).

Демко І., Павлишак Я.

**ЛІКАРСЬКІ РОСЛИНИ РОДИНИ ASTERACEAE
У ФЛОРИ ДРОГОБИЧЧИНИ**

*Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Стрийська, 3, м. Дрогобич, 82100, Україна
e-mail: pavlyshak2210@ukr.net*

Demko I., Pavlyshak Y. MEDICINAL PLANTS OF THE ASTERACEAE FAMILY IN THE FLORA OF DROHOBYCH DISTRICT. The abstract

presents the distribution and systematic composition of medicinal Asteraceae species in the flora of Drohobych district. It is established that among 800 native species of Asteraceae family in the flora Ukraine there are about 23 species in the flora of Drohobych district.

Трансформація навколишнього середовища під впливом людської діяльності призвела до порушення та збіднення біорізноманіття, виснаження цінних природних видів рослин. Дикорослі лікарські рослини є вихідним матеріалом для багатьох лікарських препаратів, до яких організм людини адаптований, оскільки вони часто присутні у рослинній їжі. Лікарськими рослинами захоплюються за їх невелику токсичність і можливість тривалого користування без прояву побічних дій (Мінарченко, 2004).

На даний час постає питання наявних ресурсів та пошуку резервів сировинних запасів цінних лікарських рослин, оскільки обсяг заготівлі лікарської рослинної сировини суттєво зменшується кожні 3-5 років. Тому дуже важливим завданням є дослідження ресурсів лікарських рослин у природних умовах росту. Велика кількість лікарських рослин, що використовуються у науковій та народній медицині, наявна у родині Asteraceae Bercht. & J. Presl, вивчення представників якої було предметом наших досліджень.

Asteraceae – одна з найбільших родин дводольних рослин. У світовій флорі нараховують близько 1150-1300 родів та біля 20 тисяч видів цієї родини. З них у флорі України представлені близько 800 видів, що належать до 132 родів (Нечитайло, 2000).

Район наших досліджень охоплює територію Дрогобицького району Львівської області (околиці сіл Лішня та Унятичі). Дослідження здійснювали маршрутно-експедиційним методом; рясність та щільність рослин визначали методом пробних ділянок.

На основі аналізу літературних джерел та власних маршрутно-експедиційних досліджень, проведених упродовж 2022-2023 років, нами встановлено, що видовий склад лікарських рослин родини Asteraceae на досліджуваній території представлений 23 видами (2,8 % від загальної кількості видів цієї родини у флорі України). Нами виявлено декілька категорій рясності. За рясністю досліджувані види розподілені наступним чином. Трапляються дуже рясно – 6 видів (26,1 %), в тому числі *Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg., *Achillea millefolium* L., *Chamomilla recutita* L. тощо. Представлені рясно – 8 видів (34,8 %), наприклад, *Tanacetum vulgare* L., *Tussilago farfara* L. та інші. Трапляються рідко – 5 видів (21,7 %), серед яких *Artemisia vulgaris* L., *Cichorium intybus* L., *Arctium lappa* L. Поодинокі представлені 4 види (17,4 %), в тому числі *Centaurea cyanus* L., *Bidens tripartita* L., *Onopogon acantium* L.

Дмитраш-Вацеба І.

ПОПУЛЯЦІЇ *GALANTHUS NIVALIS* (AMARYLLIDACEAE)
У ДНІСТРОВСЬКОМУ РЕГІОНАЛЬНОМУ ЛАНДШАФТНОМУ
ПАРКУ ТА ЙОГО ОКОЛИЦЯХ

КП “Дністровський регіональний ландшафтний парк імені Сергія Дідича”
пл. Данила Галицького, 5, м. Тлумач, Івано-Франківська обл., 78001, Україна
email: dnisterpark@gmail.com

Dmytrash-Vatseba I. POPULATIONS OF *GALANTHUS NIVALIS* (AMARYLLIDACEAE) IN DNISTER REGIONAL LANDSCAPE PARK AND ITS VICINITY. Twelve local populations were found in Dnister Regional Landscape Park and its vicinity. Populations are from medium to high size (several thousands to hundreds of thousands individuals). The biggest population is located near Nezvysko village and consists of tens of millions of plants. The majority of revealed populations are presented in Central European oak-hornbeam forests biotope, and on north to east slopes of the hills.

Galanthus nivalis L. (Amaryllidaceae) – європейсько-середземноморський вид, що в Україні знаходиться на східній межі ареалу й занесений до Червоної книги України (2009) із природоохоронним статусом “неоцінений”. Попри переважно чисельні популяції та спорадичне поширення виду у Правобережному Лісостепу, Карпатах, Передкарпатті, Західному Поділлі тощо, його чисельність щороку скорочується через надмірну експлуатацію.

Дністровський регіональний ландшафтний парк (РЛП) – об’єкт природно-заповідного фонду місцевого значення, розташований здебільшого на правобережжі р. Дністер у межах Івано-Франківської області. За фізико-географічним районуванням парк частково представлений у Розтоцько-Опільській горбогірній області, але основна його територія належить до Тлумачько-Городенківського району Прут-Дністровської височинної області зони широколистяних лісів (Екологічна енциклопедія, 2008).

На території Дністровського РЛП та в його околицях наразі виявлено 12 локальних популяцій *G. nivalis*. На пн. ок. с. Буківна у яворово-буковому лісі (біотоп Д1.1.2; тут і далі типи біотопів та їхні коди наведені відповідно до Національного каталогу біотопів України (2018)) виявлено популяцію чисельністю декілька тисяч особин. Неподалік, на пн.-сх. ок. с. Нижнів у грабово-дубово-в’язовому лісі (Д1.2.1) локалізована популяція чисельністю сотні тисяч особин. На пд.-сх. ок. с. Олешів у грабовому лісі (Д1.2.1) наявна популяція чисельністю декілька тисяч особин. На пн. ок. с. Палагичі в урочищі “Потіцька гора” у складі грабово-буково-дубового і яворово-дубово-грабового лісу з участю *Tilia cordata* Mill. та *Prunus avium* (L.) L. (Д1.2.1) виявлена популяція, яка налічує десятки тисяч особин. На пн.-зх. ок. с. Одаїв (урочище “Думка”) у яворово-широколистоповому

лісі на крутосхилах із виходами гіпсів над Дністром (Д1.3.1; Д1.3.2а) виявлена популяція чисельністю декілька тисяч особин. Поблизу с. Долина, в урочищі “Данчиця” на крутосхилах над р. Дністер з виходами вапняків зафіксована популяція чисельністю декілька тисяч особин у складі біотопів Д1.3.1 та Д1.2.1. На сх. ок. с. Незвисько у яворово-дубово-грабовому лісі, місцями з домінуванням *Prunus avium* (Д1.2.1) виявлена популяція чисельністю декілька тисяч особин. Імовірно, найчисельніша популяція виду знаходиться на пн.-сх. ок. с. Незвисько, на схилах над р. Дністер. Вона нараховує десятки мільйонів особин, що ростуть в грабово-гостролистокленовому лісі (Д1.2.1), однак розселяються на заплавні ділянки (Д1.6.1, Д1.6.2), а також прибережні рекреаційні зони (С1.2.4). На зх. ок. с. Хмелева в грабовій діброві (Д1.2.1) відзначено декілька тисяч особин *G. nivalis*. На пн. ок. с. Чернелиця у грабово-дубовому лісі з участю *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (Д1.2.1) виявлено популяцію чисельністю декілька тисяч особин. У подібних умовах виявлена популяція на сх. ок. с. Михальче. Її чисельність – до десяти тисяч особин. На пн. ок. с. Передівання популяція *G. nivalis* чисельністю в десятки тисяч особин представлена у складі яворово-дубового лісу з участю *Acer campestre* L. (Д1.2.1), а також виявлена у складі грабово-липово-скельнодубового лісу з домінуванням *Sesleria heufferiana* Schur (Д1.3.2).

Таким чином, виявлені популяції *G. nivalis* приурочені до північних, північно-східних та східних схилів пагорбів, характеризуються середньою та великою чисельністю, і представлені переважно у складі біотопів Д1.2.1 (центральноевропейські грабово-дубові ліси).

Заблоцький А.

УТОЧНЕННЯ СУЧАСНОГО СТАТУСУ ГРИБА *HELMINTHOSPORIUM CUCUMERINUM* (MASSARIACEAE, ASCOMYCOTA), ОПИСАНОГО З КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВА (УКРАЇНА)

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: andreizablot647@gmail.com

Zablotskyi A. CLARIFICATION OF THE CURRENT STATUS OF THE FUNGAL SPECIES *HELMINTHOSPORIUM CUCUMERINUM* (MASSARIACEAE, ASCOMYCOTA) DESCRIBED FROM THE CRIMEAN PENINSULA (UKRAINE). The work is devoted to a little-studied fungus, which was described in 1924 by L. Garbovsky from diseased cucumber leaves grown in the vicinity of Simferopol under the name *Helminthosporium cucumerinum*. Judging by the description and original illustrations, this fungus definitely belongs to the genus *Bipolaris*. The holotype of the species has been lost, and its current

status remains unknown. Morphological and genetic study of the culture from pumpkin fruits, collected in the vicinity of Kharkiv, confidently identifies it as *Bipolaris sorokiniana*. This species is a dangerous parasite of cereal grains, but is sometimes recorded on non-cereal substrates. It has been suggested that *H. cucumerinum* can be synonymized with *B. sorokiniana*.

Рід анаморфних грибів *Helminthosporium* Link, описаний у 1809 р., характеризувався утворенням великих темнозabarвлених поперечно-септованих конідій, які за формою нагадують гелмінтів. Згодом він був розділений із виокремленням самостійних родів *Drechslera*, *Bipolaris* та *Exserohilum*, які різняться за морфологічними ознаками конідій і статевими стадіями. Одним з найвідоміших представників “гелмінтоспорієв” є вид *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. Вид був вперше зібраний харківським мікологом Н. В. Сорокіним і описаний як новий для науки вид італійським вченим П. А. Саккардо. Він є небезпечним паразитом колосових злаків, але іноді реєструється також і на незлакових субстратах.

У квітні 1916 р. Л. Гарбовський досліджував хворі листки огірків, вирощених в околицях м. Сімферополь (зараз АР Крим, Україна). У 1924 р. цей грибок був описаний як новий для науки вид *Helminthosporium cucumerinum* Garb. Згідно з протоколом, спори темно-коричневі, веретеноподібні або булавоподібні, 45-95 × 13-17 мкм, з 5-10 перегородками. Вони легко проростали в краплі води з обох кінців (або іноді лише з дистального), але ніколи з проміжних клітин. Судячи з опису та оригінальних ілюстрацій, грибок безперечно належить до роду *Bipolaris*. Наразі голотип виду втрачено, а його сучасний систематичний статус залишається невідомим.

Восени 2017 р. в околицях м. Харків студентом кафедри мікології та фітоімунології А. Паньковим було зібрано плід гарбуза (*Cucurbita pepo* L.), рясно вкритий спороношенням *Bipolaris* sp. Цей грибок легко культивувався на штучних поживних середовищах і за морфологічними ознаками відповідав опису як *Helminthosporium cucumerinum*, так і *Bipolaris sorokiniana*. Молекулярно-генетичне дослідження (ITS регіону рДНК) дозволило нам впевнено ідентифікувати культуру як *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker.

Узагальнюючи сучасні відомості про субстратні уподобання *B. sorokiniana* і результати власного дослідження, ми можемо припустити, що на листках огірка в Криму міг розвиватися інший патоген, а некротизовані ділянки потім заселив *B. sorokiniana*. Проте для остаточного розв’язання цього питання, було б бажано зібрати зразок на уражених листках огірка або ж вивчити здатність міцелію *B. sorokiniana* колонізувати рослини огірка.

Малова Т., Машталер О.

**ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ *VISCUM ALBUM* (SANTALACEAE)
В МІСТАХ УКРАЇНИ**

Донецький національний університет імені Василя Стуса
вул. 600-річчя, 21, м. Вінниця, 21021, Україна
e-mail: malova.t@donnu.edu.ua

Malova T., Mashtaler O. DISTRIBUTION PECULIARITIES OF *VISCUM ALBUM* (SANTALACEAE) IN THE CITIES OF UKRAINE. The problem of *Viscum album* spread in Ukraine is causing serious concerns. The increasing presence of this plant species on trees can lead to negative consequences for the ecosystems. The excessive presence of *V. album* can result in the degradation of forest stands, posing a threat to the health of trees and the overall ecological balance. It can also contribute to the spread of plant pathogens. This is particularly relevant for valuable forest resources, parks, gardens, and other natural areas where many valuable tree species are present. To address this issue, it is necessary to develop effective strategies for controlling and monitoring of *V. album* distribution in all regions of Ukraine.

Зелені деревні насадження є невід'ємною складовою міського середовища. Відомо, що деревні насадження у містах розвиваються у більш стресових умовах і є більш вразливими до впливу біотичних чинників, зокрема *Viscum album* L. Цей вид наразі демонструє швидке поширення в природних та міських екосистемах в Україні.

Більшість відомих досліджень спрямовані на комплексне оцінювання та прогнозування впливу різних видів роду *Viscum* L. на природні екосистеми (лісові насадження), а також об'єкти сільськогосподарського призначення (сади), тоді як міські зелені насадження переважно залишаються поза увагою дослідників. Мало дослідженими залишаються екологічні фактори, що сприяють поширенню та росту чисельності популяцій *V. album* в міських умовах (Рибалка, 2021).

На сьогодні експансія *V. album* набула катастрофічних масштабів для великих і малих міст України (наприклад, Києва, Харкова, Івано-Франківська, Вінниці, Полтави), про що свідчать численні публікації (Krasulyenko et al., 2020; Рибалка, Вергелес, 2020; Рибалка, 2021).

Доведено, що *V. album* спричиняє уповільнення росту, дефоліацію, зміни в формуванні деревини і розвитку листків, є причиною зниження довговічності деревних рослин, призводить до поступового всихання частин крони окремих дерев, а також цілих деревних насаджень.

Крайові частини гілок, уражених *V. album*, часто всихають під час посух, що призводить до значного відмирання крони. Внаслідок появи *V. album* на гілках і стовбурах дерев часто виникають набряки або круглі гали, які стають своєрідними "вхідними точками" для грибкових інфекцій

(Рибалка, 2021). При досить рясному ураженні гілок дерево всихає і переходить в розряд аварійних.

На думку І. О. Рибалки та Ю. І. Вергелеса (Рибалка, Вергелес, 2020), просте обрізання та видалення особин *V. album* не дає значного результату. За даними цих авторів, якщо не проводити повне видалення уражених частин, новий кущ омели відновиться з гаусторій через два-три місяці.

Особливо сприятливі умови для розвитку популяцій *V. album* складаються у містах, де насадження зазвичай найбільш ослаблені через посилене антропогенне навантаження: високий ступінь загазованості приземного шару атмосфери, сухе міське повітря, забруднення ґрунтів, надземних водойм, підземних вод, що значно послаблює стійкість вуличних деревних насаджень.

Водночас, в результаті знищення *V. album* зменшується видове різноманіття птахів, які живляться плодами цієї рослини. Це може спричинити поширення комах-фітофагів улітку і, як наслідок, призвести до збільшення рівня ураження та погіршення продуктивності деревних насаджень. Отже, захист деревних рослин від впливу *V. album* повинен бути спрямований не на повне її знищення, а на контроль її щільності в міському ландшафті.

Новгородський А.

ПЕРША ЗНАХІДКА ЗБУДНИКА ІРЖІ ШИШОК ЯЛИНИ *THEKOPSORA AREOLATA* (PUCCINIASTRACEAE, BASIDIOMYCOTA) В ОКОЛИЦЯХ М. ХАРКІВ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: andreynovgorodsky@gmail.com

Novgorodsky A. THE FIRST RECORD OF SPRUCE CONE RUST PATHOGEN *THEKOPSORA AREOLATA* (PUCCINIASTRACEAE, BASIDIOMYCOTA) IN THE SURROUNDINGS OF THE KHARKIV CITY. Information about the finding of a phytopathogenic fungus *Thekopsora areolata* is provided. It was registered in the east of Ukraine on spruce cones, far from the distribution area of natural spruce forests. A brief overview of the life cycle and ecological features of this species is given.

Thekopsora areolata (Fr.) Magnus (= *Pucciniastrum areolatum* (Fr.) G.H. Oth) – іржастий гриб з родини Pucciniaceae, класу Pucciniomycetes, відділу Basidiomycota. Це типовий вид роду, що був відокремлений від *Pucciniastrum* на основі анатомо-морфологічних особливостей та онтогенезу. Зазначений вид є біотрофним паразитом рослин. Як переважна більшість інших іржастих грибів, він має складний цикл розвитку з чергуванням кількох типів спороношень та різних рослин-господарів (Cummins, Hiratsuka, 2003).

Основними господарями, на листках яких гриб утворює уредініспори, теліоспори та базидіоспори, є представники роду *Prunus*, насамперед черемха звичайна (*Prunus padus* L.), вишня звичайна (*Prunus cerasus* L.), та слива домашня (*Prunus domestica* L.). Проміжними господарями, на шишках яких утворюються спермації та еціоспори гриба, є види роду *Picea*, зокрема ялина звичайна (*Picea abies* (L.) H. Karst.). Таким чином цикл розвитку цього фітопатогена є повним, з усіма п'ятьма стадіями (CABI International, 2022).

Гриб колонізує молоді шишки і викликає хворобу, що відома під назвою іржа шишок ялини (spruce cone rust). На внутрішній (рідше – зовнішній) поверхні криючих лусок шишки утворюються скупчення напівкулястих (інколи стиснутих і тоді полігональних) жовто-коричневих ецій діаметром близько 1 мм. Уражені шишки деформуються, їх лусочки широко розсунуті або підгорнені догори. Насіння в таких шишках часто не утворюється, або є недорозвиненим, що призводить до значного зниження врожайності і порушення природного відновлення ялини.

Регіони поширення *T. areolata* зазвичай співпадають з територіями поширення рослин-господарів. За даними GBIF вид є доволі поширеним в Центральній та Північній Європі, а також трапляється в країнах Азії (Китай, Монголія, Японія, Далекий Схід Росії) (CABI International, 2022). В Україні гриб найчастіше трапляється у Карпатах, де смерекові (ялинові) ліси займають достатньо великі площі. Зокрема, він був зареєстрований у Карпатському біосферному заповіднику, а також національних природних парках “Гуцульщина”, “Карпатський” та “Сколівські Бескиди” (Дудка та ін., 2019). На листках черешні гриб був також зареєстрований у першій половині минулого сторіччя з території Черкаської та Вінницької областей (Лавітська, 1949).

25 листопада 2023 року у с. Буди (Харківській район, Харківська область) на присадибній ділянці, де росте поодинокі штучно висаджене дерево ялини, мною була знайдена шишка, уражена грибом *T. areolata*. На основі аналізу літератури, нова знахідка є першою для території Харківської області, і, не виключено, що для Лівобережної України в цілому. Ця знахідка свідчить про здатність виду *T. areolata* розвиватися у штучних насадженнях далеко за межами поширення великих масивів ялини.

Присяжнюк М., Одінцова А.

МОРФО-АНАТОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛОДУ
ASCLEPIAS SYRIACA (APOCYNACEAE)

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: mahdalyna.prysiashniuk@lnu.edu.ua

Prysiazhniuk M., Odintsova A. MORPHO-ANATOMICAL STUDY OF THE FRUIT IN *ASCLEPIAS SYRIACA* (APOCYNACEAE). In the invasive species, *Asclepias syriaca*, the interior structure of the fruit and anatomy of the fruit

wall have been examined. The spongy parenchyma in mesocarp is supposed to be an adaptation to rapid fruit growth enabling to contain a high number of seeds.

Asclepias syriaca L. є швидкорослим, багаторічним видом трав'яних рослин, що походить зі східних низовин Північної Америки. Він став проблемним інвазійним видом в південних регіонах Європи і був доданий до списку інвазійних видів, що становлять загрозу для Європейського Союзу (Gudžinskis et al., 2021). *Asclepias syriaca* поширений майже у всіх адміністративних областях України. На початку своєї експансії представники виду займали тільки порушені місцезростання, але згодом сформували у цих ектопах моноугруповання з проєктивним покриттям 70–85%, витісняючи представників аборигенної флори (Діденко та ін., 2022). У своєму інвазійному ареалі *A. syriaca* в основному трапляється в рудеральних ектопах та на покинутих сільськогосподарських землях, на лісових вирубках або деградованих територіях. Розмноження *A. syriaca* відбувається насінням та фрагментами кореневища. Плоди містять до 200 насінин з довгими білими волосками, які пристосовані до розповсюдження вітром (Bagi, 2008). Корені та кореневища формують велику та щільну підземну мережу довкола особини. Обидві ці ознаки, велика насіннева продуктивність і розгалужені кореневища, пов'язані зі здатністю до колонізації (Follak et al., 2018). Плід рослини складається з двох листянок злегка вигнутої овально-циліндричної форми, покритий м'якими виростами. Одна рослина формує від одного до шести плодів (Popov et al., 2022). Метою дослідження було виявлення особливостей морфо-анатомії плоду, які можна розглядати як адаптації до швидкого та ефективного поширення виду.

Плоди та квітки *A. syriaca* були зібрані у Солом'янському районі міста Київ, уздовж вагонної дільниці Київ-Пасажирський, 21 вересня 2023 р. Для дослідження були використані свіжі і фіксовані плоди, які вивчали під світловим мікроскопом та стереомікроскопом. Поперечні зрізи оплодня виготовляли лезом для безпечної бритви в середній частині плоду та обробляли розчином флороглюцину і хлоридною кислотою для виявлення лігніну в клітинних стінках. Загалом, досліджено 52 плоди *A. syriaca*. У зібраному матеріалі вимірювали такі параметри як довжина плоду, радіальна ширина плоду, тангентальна ширина плоду, кількість насінин у плоді, анатомічна будова оплодня і плаценти.

В результаті наших спостережень з'ясовано, що у плоді одна листянка більш розвинута, ніж інша. У дослідженому матеріалі лише одна дволистянка мала рівноцінно розвинуті обидва плодики. Вимірювання показали, що середня довжина плоду – 10,1 см; радіальна ширина плоду – 2,8 см, тангентальна ширина плоду – 2,6 см. Серед повноцінно розвинутих плодів найменші розміри мав плід із значеннями представлених параметрів: 8,8 см – 2,5 см – 2,3 см; найбільший плід характеризувався розмірами:

10,7 см – 2,8 см – 2,3 см. Поверхня плоду горбкувата, ребриста. Середня кількість насінин у плоді 242 (n=10), від 187 до 301, з них недорозвинutih – в середньому 7. Насінинами пласкі, яйцеподібні, 7,3 мм завдовжки, з вузьким облямовуючим крилом та пучком довгих волосків довжиною 3 см. Плацента стрічкоподібна, звужена на кінцях, розміщена вздовж країв плодолистка, при розкриванні плоду відокремлюється від його стінок. Насінини розміщуються багаторядно з обох боків плаценти, їхні волоски скеровані догори. Екзокарпій щільно покритий простими волосками. Мезокарпій багат шаровий, має губчасту структуру. Клітини ендокарпію видовжені, товстостінні, здерев'янілі, розміщені кількома шарами в різних напрямках. Внутрішня поверхня оплодня гладенька, блискуча.

Отже, в результаті наших досліджень підтверджено високу насінневу продуктивність *A. syriaca* та досліджено анатомічну структуру оплодня. Губчаста паренхіма мезокарпію може свідчити про швидкий ріст плоду під час періоду плодоношення, що є адаптацією до збільшення кількості та розмірів насінин у плоді.

Пудилик М., Прокопів А.

**ОСОБЛИВОСТІ МОРФОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КВІТОК
TUSSILAGO FARFARA (ASTERACEAE)**

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
email: MARTA-VIKTORIIA.PUDYLYK@lnu.edu.ua

Pudylyk M., Prokopiv A. CHARACTERISTICS OF MORPHOMETRIC PARAMETERS OF *TUSSILAGO FARFARA* (ASTERACEAE) FLOWERS. The morphometric parameters of the inflorescence of *Tussilago farfara* were studied. The features of the inflorescence structure are important criteria for attracting insect pollinators, so only samples with fully open flowers were selected.

Суцвіття *Tussilago farfara* L. розвиваються рано навесні, до появи листків, коли підвищення температури сприяє витягування квітконосів 5-25 см заввишки з подальшим цвітінням. Золотисто-жовті квітки розвиваються в поодиноких суцвіттях – кошиках, які до і після цвітіння залишаються пониклими. На голому плоскому квітколожі у кошику розташовані два типи квіток. Численні зовнішні крайові квітки – язичкові, жіночі. В середній частині суцвіття розташовані трубчасті, двостатеві, безплідні квітки. Для приваблювання запилювачів нектар виділяється на краях пелюсток і пиляках двостатевих трубчастих квіток (Wild et al., 2003). Крайові квітки розкриваються раніше і приваблюють запилювачів завдяки збільшенню площі суцвіття. Для *T. farfara* властива змішана система запилення (самозапилення та перехресне запилення). Простежується гейтоногамія, при якій язичкові квітки похиляються над трубчастими, торкаючись пиляків у них. Дослідження ознак будови квіток у *T. farfara*, пов'язаних з екологією запилення, фактично підтвердили, що успішне

відвідування запилювачів забезпечується яскравим забарвленням квіток у суцвітті та його експозицією. Водночас, відвідування запилювачами може бути обмежене окремими суцвіттями однієї і тієї ж особини, збільшуючи частоту гейтоногамії (Wild et al., 2003).

У наших дослідженнях були оцінені морфометричні параметри квіток у суцвіттях *T. farfara*. З цією метою використані суцвіття рослин, зібраних в околицях с. Зимна Вода Львівського району Львівської області (49°49'12.1»N23°54'33.3»E). Для аналізу були відібрані п'ять з 33 квітконосів однієї особини з повністю відкритими квітками. В них обраховували кількість різних типів квіток та, додатково, кількість трубчастих квіток, що були повністю відкриті. Вимірювали довжину квіток при вибірці 30 квіток кожного типу, а також діаметр квітколожа. В результаті проведених промірів та обчислень виявили, що кількість крайових язичкових квіток варіювала у межах 296-342, а середня довжина квіток цього типу складала 9,1 мм (від 7 до 16 мм). Кількість трубчастих квіток варіювала у межах 26-32, їхня середня довжина складала 8 мм (від 5 до 11 мм). Кількість трубчастих квіток, що були повністю відкриті, варіювала у межах 2-32, кількість закритих – 0-24. Середнє значення діаметру квітколожа становило 7,4 мм. Встановлене співвідношення між кількістю язичкових й трубчастих квіток складало 10 : 1.

Отримані дані вказують на те, що важливою структурною частиною суцвіття у *T. farfara* є язичкові (маточкові) квітки, які забезпечують утворення насіння після запилення. Незначна частка трубчастих квіток, очевидно, цілком достатня для забезпечення ефективного запилення. Однак в цьому вдасться пересвідчитися після спостережень за постантетичними змінами язичкових квіток. Лінійні розміри квіток можуть варіювати в залежності від умов росту рослин, втім будуть очевидно демонструвати стає співвідношення величин, що нерозривно пов'язано із пристосуванням до запилення.

Рабик І.,¹ Зубкович І.²

ОСОБЛИВОСТІ БРЮФЛОРИ ВОДНО-БОЛОТНИХ КОМПЛЕКСІВ НОБЕЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

¹ Інститут екології Карпат НАН України
вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: irenerw2022@gmail.com

² Нобельський національний природний парк
вул. Центральна, 44, с. Нобель
Вараський р-н, Рівненська обл., 34013, Україна
e-mail: zubkovych11@ukr.net

**Rabyk I., Zubkovych I., PECULIARITIES OF THE BRYOFLORA
IN THE WETLANDS OF THE NOBEL NATIONAL NATURE PARK.**
Bryophytes are an important component of wetlands. The species composition

of bryophytes of the complex of three lakes of the Nobel National Nature Park was studied. 60 species of bryophytes belonging to 2 divisions, 6 classes, 11 orders, 29 families and 43 genera were identified. A significant diversity of species in a relatively small area indicates the expediency of continuing research into the bryoflora of the wetlands of the Park.

Комплексні дослідження рослинного покриву природоохоронних територій є важливою передумовою для розробки ефективних заходів збереження біорізноманіття та створення системи моніторингу стану водно-болотних угідь. Мохоподібні відіграють помітну роль у водно-болотних екосистемах. Відомо, що мохи і печіночники чутливо реагують на зміни умов середовища, особливо у межах торфо-болотних масивів, що є важливим для індикації їхнього стану (Рабик, Юсковець, 2023). Територія Нобельського національного природного парку належить до Зарічненської та Локницької територіальних громад (Вараський р-н, Рівненська обл.). Загальна площа парку становить 25318,81 га. На території парку є 12 озер, площа яких становить 974,7 га (Зубкович та ін., 2021).

Польові дослідження проводили улітку 2023 р. на територіях, прилеглих до озер Велике, Середнє та Хоромне, а саме на приозерних зниженнях, ділянках осоково-гіпнових та осоково-сфагнових боліт, соснових і мішаних лісів. Бріологічний матеріал збирали традиційним маршрутним методом. Опрацювання зразків здійснювали за Г. Бачуриною, В. Мельничуком (1987, 1988, 1989, 2003), Я. Фрамом, В. Фреєм (Frahm, Frey, 2004). Назви видів мохоподібних подані за “Продромусом спорових рослин України: мохоподібні” (Вірченко, Нипорко, 2022). У результаті первинного обстеження території біля озер виявлено 60 видів мохоподібних, які належать до 2 відділів, 6 класів, 11 порядків, 29 родин і 43 родів. Провідними родинами є: Polytrichaceae – 6 видів з 2 родів та Sphagnaceae – 6 видів з 1 роду; Brachytheciaceae – 5; Mniaceae, Dicranaceae – по 4 та Bryaceae – 3 види. Решта родин (23) є оліго- та моновидовими. На заболочених прибережних ділянках озер поширені *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Fuscocephalozia connivens* (Dicks.) Váňa & L.Söderstr., *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *Sphagnum fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr., *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr., *Sphagnum divinum* Flatberg & K. Hassel., на евтрофних ділянках – *Calliergon cordifolium* (Hedw.) Kindb., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske. На ґрунті у мішаних та соснових лісах найпоширенішими є *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Sw. ex anon., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb., *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv., *Polytrichum formosum* Hedw., *P. juniperinum* Hedw., у вологих місцях – *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Ångstr., *Polytrichum commune* Hedw., *Sphagnum capillifolium*, *S. palustre* L., *S. squarrosum* Crome. На виступаючих коренях дерев ростуть *Dicranum*

montanum (Hedw.) Loeske, *D. scoparium* Hedw. На мертвій деревині трапляються *Tetraphis pellucida* Hedw., *Dicranum flagellare* Hedw.

Отже, у результаті попередньої інвентаризації на території Нобельського НПП виявлено 60 видів мохів і печіночників. Найбільшу кількість мохоподібних виявили в околицях озера Великого – 41 вид, Хоромного – 25 видів, Середнього – 19 видів. Значне видове різноманіття бріофітів на порівняно невеликій території свідчить про доцільність продовження досліджень бріофлори водно - болотних угідь парку.

Скобель Н., Величко Н., Щепелева О., Мойсієнко І.

РІДКІСНІ УГРУПОВАННЯ ЗЕЛЕНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ СТАРИХ ЦВИНТАРІВ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЗЛАКОВОГО СТЕПУ

Херсонський державний університет

Варшавський університет

бул. Університетська, 27, м. Херсон, 73009, Україна

Żwirki i Wigury 101, м. Варшава, 02-089, Польща

e-mail: skobel2015@gmail.com

Skobel N., Velychko N., Shchepelova O., Moysiienko I. RARE COMMUNITIES OF THE GREEN BOOK OF UKRAINE OF OLD CEMETERIES OF THE RIGHT-BANK OF DNIPRO GRASS STEPPE. In recent centuries, anthropogenic activity has led to significant losses of natural habitats in the world. According to preliminary results, 643 vascular plant species and 49 rare species and 5 rare communities *Amygdaleta nanae*, *Betuleta borysthonicae*, *Stipeta lessingiana*, *Stipeta ucrainicae*, *Stipeta capillatae*. The results emphasize the floristic value of old cemeteries. They can play an important role in the conservation of steppe phytodiversity and provide a perspective for future steppe restoration efforts.

За останні століття антропогенна діяльність людини призвела до значних втрат природних угруповань у світі (Löki et al., 2019). Особливо значних змін зазнала степова зона півдня України, де площа степових біотопів скоротилася в десятки разів (Бурковський, 2014). Нещодавні дослідження продемонстрували високе значення старих цвинтарів як рефугіумів природних біотопів у Європі (Löki et al., 2019). Старі цвинтарі - об'єкти культурної спадщини, засновані понад 100 років тому на цілих ділянці степу, або поблизу неї. Незважаючи на свою значущість, ці об'єкти ще не були предметом комплексного дослідження в Україні. Мета цього дослідження - з'ясувати загрози для рідкісних угруповань на прикладі 50 старих цвинтарів ПЗС та розробити пропозиції щодо їх активного збереження.

50 старих цвинтарів розташовані в межах смуги типчаково-ковилових степів ПЗС (Геоботанічне зонування ..., 1977). Площа старих цвинтарів коливається від 0,1 до 32,5 га, вік від 1637 до 1927 рр. Дослідження спонтанної флори старих цвинтарів ПЗС було розпочато у 2008 – під керівництвом Івана Мойсієнка (Moysiienko et al., 2017) й триває досі. У 2024 р. ми плануємо завершити наші дослідження.

Присутність на старих кладовищ ПЗС степових видів, як *Festuca valesiaca*, *Koeleria cristata*, *Stipa capillata*, значна частка несинантропних видів та рідкісних видів й угруповань, свідчить про відносно добрий стан збереження степових біотопів на цвинтарях. За попередніми результатами, флора цвинтарів ПЗС налічує понад 643 видів судинних рослин, серед яких 49 видів (8%) мають природоохоронний статус. Збереження видів неможливе без збереження їх угруповань, окремо на старих цвинтарях представлено 5 угруповань Зеленої книги України (формації *Amygdaleta nanae*, *Betuleta borysthénicae*, *Stipeta lessingiana*, *Stipeta ucrainicae*, *Stipeta capillatae*) (Зелена ..., 2009). Наявність видів Червоної книги України, видів регіональних червоних списків, угруповань Зеленої книги України, є підставою для створення природоохоронних територій. Добре збережені старі цвинтарі або окремі їх ділянки можуть бути визнані пам'ятками природи. Однак цілі охорони природи та традиції догляду за похованнями не завжди збігаються. Враховуючи, що на старих кладовищах тісно переплітаються збереження і духовність, вважається, що відновлення занепалих соціальних і духовних традицій громад та екологічно-просвітницька кампанія сприятиме збереженню флори угруповань на старих цвинтарях ПЗС.

Результати дослідження підкреслюють флористичну цінність старих кладовищ, які відіграють важливу роль у збереженні степового фіторизноманіття та перспективи з відновлення степів.

Дослідження 2023-2024 року були підтримані IAVS Special grant to support the research of Ukrainian members: "Plant diversity and species-area relationships modelling of steppe enclaves within old cemeteries of Northern Prychornomorja region (Northern Black Sea Region) of Southern Ukraine". Окремі подяки ГО "Україна Інкогніта", членам експедиційних команд Суднік-Войциковська Б., Дембич І., Захватович М., Захарова М., Дзеркаль В. 2007-2017 років, Катерині Калашник, за участь в польових експедиціях 2023 року та Дмитру Красько за допомогу з корекцією у наборі даних.

Солдат А.^{1,2}, Стасюк О.², Гончаренко В.³

**АДВЕНТИВНІ ВИДИ ФЛОРИ НА ТЕРИТОРІЇ ОКОЛИЦЬ
М. СОКАЛЬ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

¹Волицька ЗШ І-ІІІ ст. Сокальської міської ради Львівської області
вул. Івана Франка, 37, с. Волиця, Червоноградський р-н,
Львівська обл., 80080, Україна

²Сокальська Мала академія наук учнівської молоді імені Ігоря Богачевського
вул. Шептицького, 90, м. Сокаль, Червоноградський р-н,
Львівська обл., 80000, Україна

³Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: vherbarium@ukr.net

**Soldat A., Stasiuk O., Honcharenko V. ADVENTITIVE SPECIES OF
THE FLORA ON THE TERRITORY OF SOKAL TOWN OUTSKIRTS IN**

LIVIV REGION. 53 adventive species were revealed in the flora of Sokal town outskirts. The most common species are *Heracleum sosnowskyi*, *Carduus acanthoides*, *Amoria hybrida*, *Galinsoga parviflora*. Sporadic occurrences are characteristic for *Ballota nigra*, *Hippophae rhamnoides*, *Matricaria recutita*.

В сучасних умовах в Україні вплив неаборигенних рослин на довкілля з кожним роком збільшується. Чітко простежуються тенденції збільшення чисельності видів адвентивних рослин і розширення спектра їхніх місцезростань, прискорюються темпи занесення й поширення, підвищується ступінь натуралізації видів (Бурда та ін., 2013). Враховуючи важливу роль видів заносних рослин і недостатнє вивчення цього питання для території заходу України, дослідження адвентивної флори набуло особливої актуальності. На сьогоднішній день є відкритим питання як про видовий склад адвентивних рослин території дослідження, так і про особливості поширення цих видів, оскільки первинна інформація є фрагментарною або відсутньою.

Видовий склад адвентивної флори околиць м. Сокаль встановлено на основі власних досліджень, здійснених упродовж 2022-2023 років. Було обстежено північну частину - територія колишнього заводу “Хімволокно”, окраїна урочища “Валівка”, узбіччя дороги дачного кооперативу “Світанок” та західну частину узбережжя та луки річки Західний Буг. Дослідження проводилися маршрутним способом з використанням традиційних методик дослідження флори.

В результаті проведених досліджень у флорі території околиць м. Сокаль виявлено 53 адвентивних види, які об’єднані у 24 родин. Найбільш поширеними видами є борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.), будяк звичайний (*Carduus acanthoides* L.), конюшина гібридна (*Trifolium hybridum* L. (*Amoria hybrida* (L.) C. Presl)), незбутниця дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.), спорадично трапляються - м’яточник чорний (*Ballota nigra* L.), обліпіха звичайна (*Hippophae rhamnoides* L.), ромашка лікарська (*Matricaria recutita* L.).

За часом занесення переважають кенофіти – 56,6%, за способом занесення – ксенофіти – 56,6% , а за ступенем натуралізації – епекофіти – 56.6% від загальної кількості адвентивних видів рослин досліджуваної території. Число кенофітів та еукенофітів становить 66,2%. Це свідчить про те, що флора перебуває в стані швидкої динаміки, що зумовлюється занесенням та поширенням нових видів заносних рослин в сучасних умовах.

Стандіо В.,¹ Капець Н.^{1,2,3}

**ЦІКАВІ ЗНАХІДКИ ЛИШАЙНИКІВ ТА ЛІХЕНОФІЛЬНИХ ГРИБІВ ІЗ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

¹Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018, Україна

²Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01004, Україна

³КП "Дністровський регіональний ландшафтний парк імені Сергія Дідича"
пл. Данила Галицького, 5, м. Тлумач, Івано-Франківська обл., 78001, Україна
e-mail: vasilstandio@gmail.com

Standio V., Kapets N. INTERESTING FINDINGS OF LICHENS AND LICHENICOLOUS FUNGI FROM IVANO-FRANKIVSK REGION. Four new and one rare species, *Catillaria nigroclavata*, *Cladosporium licheniphilum*, *Lepraria rigidula*, *Lichenocodium erodens*, *Pyrenochaeta xanthoriae*, are recorded for Ivano-Frankivsk region in Ukraine. The revealed localities and ecology data for these five species are reported.

Незважаючи на тривалу історію ліхенологічних досліджень території України, про ліхенобіоту багатьох її регіонів на сьогодні відомо доволі мало. У літературних джерелах знаходимо багато інформації про ліхенобіоту гірської частини Івано-Франківської області, тоді як аналогічних даних щодо її рівнинної частини обмаль. Упродовж 2023 р. нами проведено дослідження видового складу лишайників й ліхенофільних з ними грибів на території лісових масивів Калуського району Долинської ОТГ. У їх результаті виявлено поширення низки цікавих видів. Зокрема, *Cladosporium licheniphilum* Heuchert & U. Braun, *Lepraria rigidula* (B. de Lesd.) Tønsberg, *Lichenocodium erodens* M.S. Christ. & D. Hawksw., *Pyrenochaeta xanthoriae* Diederich. вперше виявлені на території Івано-Франківської області, а *Catillaria nigroclavata* (Nyl.) J. Steiner – наводиться вперше для її рівнинної частини.

Catillaria nigroclavata – накипний епіфітний лишайник із дрібними чорними апотеціями, іноді зростає на сланях інших лишайників. Наша знахідка є не лише першою для рівнинної частини Івано-Франківської області, але й також однією із небагатьох прикладів трапляння *Catillaria nigroclavata* як ліхенофіла. **Місцезнаходження:** Калуський р-н., Долинська ОТГ, с. Новичка, 48°58'54»N 23°59'58»E, 439 м н.р.м., 04.11.2023р., на *Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog, leg. Стандіо В., det. Капець Н., Стандіо В.В. (IF 00014).

Cladosporium licheniphilum – ліхенофільний гіфоміцет, який зростає на сланях різних видів лишайників, утворюючи на її поверхні помітні скупчення конідіеносців. **Місцезнаходження:** Калуський р-н., Долинська ОТГ, с. Новичка, 48°58'57.0»N 23°59'57.7»E, 434 м н.р.м., 04.11.2023р., на

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr., leg. Стандіо В.В., det. Капець Н.В., Стандіо В.В. (IF 00012).

Lepraria rigidula – епіфітний лишайник із порохнистою білувато-сіруватою сланню. Місцезнаходження: Калуський р-н., Долинська ОТГ, заповідне урочище Підліс, 49°02'49.4»N 24°03'10.9»E, 439 м н.р.м., 24.07.2023р., на *Abies alba* Mill., leg. Стандіо В.В., det. Капець Н.В., Стандіо В.В. (IF 26).

Lichenocodium erodens – ліхенофільний гриб, який паразитує на сланях листуватих лишайників і призводить до появи на них характерних обведених темно-коричневим краєм некрозів. Місцезнаходження: Калуський р-н., Долинська ОТГ, с. Новичка, 48°58'57.0»N 23°59'57.7»E, 434 м н.р.м., 04.11.2023р., на *Punctelia subrudecta* (Nyl.) Krog, leg. Стандіо В.В., det. Капець Н.В., Стандіо В.В. (IF 00010).

Pyrenochaeta xanthoriae – ліхенофільний гриб, що паразитує на лишайниках роду *Xanthoria* (Fr.) Th. Fr. Місцезнаходження: Калуський р-н., с. Новичка Долинської ОТГ, 48°58'54»N 23°59'58»E, 439 м н.р.м., 04.11.2023р., на *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., leg. Стандіо В.В., det. Капець Н.В., Стандіо В.В. (IF 00013).

Тарабун М.

ЗИМОСТІЙКІСТЬ *TAXUS BACCATA* (TAXACEAE) В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*Державний дендрологічний парк “Тростянець” НАН України
проспект І. Скоропадського, 1, с. Тростянець, Прилуцький р-н.
Чернігівська обл., 16742, Україна
e-mail: marina.tarabun@gmail.com*

Tarabun M. WINTER RESISTANCE OF *TAXUS BACCATA* (TAXACEAE) IN THE CONDITIONS OF THE LEFT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE. An assessment of the winter hardiness of *Taxus baccata* in the conditions of the left bank forest steppe of Ukraine is provided.

Основним показником успішності інтродукції, в першу чергу, є стійкість рослин до дії несприятливих факторів в осінньо-зимовий період при настанні низьких температур. Саме із зимостійкістю хвойних рослин пов'язані можливість пилування та насінноношення, а також збереження ними природного габітусу.

Зимостійкість – набута в процесі еволюції властивість, яка забезпечує рослинам можливість існування довготривалий час за умов наявності великої кількості поживних речовин без надходження нових з максимальним збереженням їх до самої весни. А також під зимостійкістю розуміють здатність рослини виживати під низкою несприятливих факторів навколишнього середовища, таких як перепади добових температур, довготривалі сильні морози, випрівання та відлиги.

Метою наших досліджень була оцінка стійкості *Taxus baccata* L. до від'ємних температур навколишнього середовища.

Об'єктами досліджень були різновікові дерева *T. baccata*, інтродуковані в умовах Лівобережного Лісостепу України, кількість яких складала 81 екземплярів. Дослідження проводились на базі Державного дендрологічного парку «Тростянець» НАН України Чернігівської області.

Ступінь зимостійкості рослин визначали візуально та оцінювали за шкалою О. А. Калініченка, яка передбачає такі градації: пагони не обмерзають – 4; обмерзає менше половини довжини пагона – 3; обмерзає більше половини довжини пагона – 2; обмерзають усі гілки чи надземна частина – 1; вимерзає повністю – 0 (Калініченко, 1978).

Підсумкові результати досліджень показують, що за даною шкалою ступінь зимостійкості тису ягідного оцінюється у 4 бали і це свідчить про достатню адаптацію виду в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Таким чином, на основі проведених нами досліджень встановлено, що тис ягідний завдяки високому ступеню зимостійкості є перспективним інтродуцентом, який можна рекомендувати до широкого використання.

Фешенко Н.

ПРОБЛЕМИ ВИВЧЕННЯ І СУЧАСНИЙ СТАН ДОСЛІДЖЕННЯ ГРИБІВ *NECTRIA CINNABARINA* КОМПЛЕКСУ (NECTRIACEAE, ASCOMYCOTA) В УКРАЇНІ

*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: naffna2016@gmail.com*

Feshchenko N. PROBLEMS OF STUDY AND CURRENT STATE OF RESEARCH OF THE *NECTRIA CINNABARINA* COMPLEX (NECTRIACEAE, ASCOMYCOTA) IN UKRAINE. The abstract provides brief information about a group of insufficiently studied fungi, previously known as *Nectria cinnabarina*, which are now considered a complex of related sibling species. Molecular-genetic analysis of fungal specimens collected from linden and caragana branches in Ukraine allowed us to identify the species as *Nectria nigrescens*.

Nectria cinnabarina (Tode) Fr. є добре відомим представником сумчастих грибів з родини Nectriaceae, класу Sordariomycetes. Цей вид був описаний у 1791 р. Генріхом Тодє під назвою *Sphaeria cinnabarina*. У 1849 р. Еліас Магнус Фріс переніс його до роду *Nectria* і з тих пір він відомий як *Nectria cinnabarina*. Для найменування нестатевого спороношення гриба протягом тривалого часу використовували назву *Tubercularia vulgaris* Tode.

Зазначений вид розвивається на гілках різноманітних дерев та чагарників з класу Дводольних. Він може заселювати ще живі гілки дерев та наявністю на них механічних пошкоджень, а потім продовжує розвиватися сапротрофно.

Спочатку на уражених гілках утворюються спородохії з конідіями, а згодом на їх зовнішній поверхні виростають скупчення дрібних цегляно-червоних перитеціїв. Видовий епітет «*cinnabarina*» перекладається, як кольору киновару. Вивідний отвір зрілих плодових тіл цього гриба трошки вдавнений; аски 8-ми спорові, унітунікатні; парафізи відсутні, аскоспори гіалінові, переважно двоклітинні. Проте, навіть макроморфологічні ознаки гриба доволі виразні, тому зазвичай його можна ідентифікувати без використання мікроскопу.

Nectria cinnabarina поширена по всьому світу, переважно у помірних регіонах Північної Півкулі. База даних GBIF містить 27 тисяч знахідок цього виду, а в базі даних Гриби України зареєстровано 586 знахідок.

Протягом багатьох років *N. cinnabarina* розглядали як один поліморфний та екологічно пластичний біологічний вид. У 2011 р. американська дослідниця Емі Россман зі співавторами опублікувала результати молекулярно-генетичних досліджень зразків з різних регіонів світу і довела, що *N. cinnabarina* насправді являє собою комплекс видів-двійників. Наразі цей комплекс нараховує чотири види: *N. cinnabarina*, *N. nigrescens*, *N. dematiosa* та *N. asiatica* (з них у Європі трапляються перші три). Впевнено розпізнати ці види можна лише завдяки генетичному аналізу.

Однією з характерних ознак *N. nigrescens* є забарвлення поверхні спородохіїв (у *N. cinnabarina* вони зазвичай світлозабарвлені, а у *N. nigrescens* значно темніші). Але у літературі зазначається, що ця ознака не є стабільною, крім того притаманна азійському виду *N. asiatica*. У зв'язку з цим нами було відібрано кілька зразків з такими ознаками і проведено їх молекулярно-генетичний аналіз. Результати дослідження показали, що на гілках липи та карагани в Україні доволі часто трапляється вид *N. nigrescens* Сооке. Наразі досліджені зразки зберігаються у науковому мікологічному гербарії CWU (Мус).

Для уточнення поширення і субстратної спеціалізації представників *Nectria cinnabarina* комплексу в Україні потрібні глибокі спеціалізовані дослідження і критична ревізія усіх наявних зразків.

Хомей Я.

**МІКРОМОРФОЛОГІЯ ТА РОЗКРИВАННЯ ПЛОДУ
PLANTAGO MAJOR (PLANTAGINACEAE)**

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: homeyyroslav@gmail.com

Khomei Y. MICROMORPHOLOGY AND DEHISCENCE OF THE FRUIT IN *PLANTAGO MAJOR* (PLANTAGINACEAE). The micromorphological features of the fruit and unusual transversal fruit dehiscence have been

studied in *Plantago major*. During the fruit dehiscence, a total disintegration of the fruit occurs, resulting in separation of the fruit base, thin septa bearing the axile placenta, 8-10 seeds and a deep lid which takes 2/3 of the fruit height. Dehiscence proceeds by two kinds of slits, circumscissile and septifragal.

Коробчасті плоди є дуже поширеними у рослин флори України. Вони бувають різних форм та розмірів, розкриваються переважно щілинами або стулками, тільки в деяких видів розкривання відбувається через округлі отвори або скиданням кришечки плоду. Зокрема, кришечка, яка відокремлюється від основи плоду, притаманна деяким неспорідненим видам флори України: *Portulaca oleracea* L. (Portulacaceae), *Hyoscyamus niger* L., *Scopolia carniolica* Jacq. (Solanaceae), *Lysimachia arvensis* (L.) U.Manns & Anderb. (Primulaceae), *Cuscuta lupuliformis* Krock. (Convolvulaceae), *Amaranthus albus* L. і *Beta vulgaris* L. (Amaranthaceae). Метою роботи було дослідити закономірності внутрішньої будови плоду та особливості розкривання плодів *Plantago major* L. (Plantaginaceae). Останні дослідження плодів цього виду були проведені в середині ХХ століття (Rethke, 1946), тому актуальним є додаткове їхнє вивчення в світлі сучасних уявлень карпології. Зокрема, ми розглянули мікроморфологічні особливості плоду, що зумовлюють специфічний спосіб розкривання з утворенням поперечної кільцевої щілини. Матеріалом для дослідження були зрілі плоди перед початком розкривання, які зібрані і зафіксовані нами в околицях м. Львів (49.819100° N, 24.089500° E). Для дослідження мікроморфологічних ознак використовували стереомікроскоп і світловий мікроскоп, опис плоду здійснювали за оригінальною методикою, запропонованою А. Одінцовою (Одінцова, 2023).

Плід *P. major* – верхня, двогніздна, багатонасінна, яйцеподібна суха коробочка. Розміри зрілого плоду 2,5-4,0 × 1,4-2,0 мм. Коробочка прямостояча, світло-коричневого кольору. Чашолистки довжиною 1,1-2,0 мм, залишаються при плоді і не опадають. Віночок в процесі дозрівання плоду відривається від квітколожа і сповзає на верхівку плоду, де його залишки, щільно прилягаючи до оплодня, залишаються до відокремлення кришечки. Іноді віночок повністю руйнується, опадає і не зберігається при плоді. Тичинок на стадії розкривання плоду немає. Поверхня плоду гладенька, на ній помітні дві поздовжні темні смужки, розміщені трансверзально, які є місцем прикріплення перегородки. Ще дві смужки розміщені медіанно, – це дорзальні жилки, розташовані навпроти кожного гнізда. Стовпчик маточки руйнується повністю або зберігається лише його основа. Стінка плоду й перегородка тонкі. Внутрішня поверхня плоду гладенька, в місці прикріплення перегородки помітне вип'ячування. На верхівці коробочки наявні два отвори в місці переходу гнізд зав'язі у стовпик. Плацента бере початок трохи вище основи перегородки і займає

2/3 висоти перегородки, плацентажія центрально-кутова. Насінин у плоді 8-10, вони розміщені дворядно в кожному гнізді. Розкривання коробочки здійснюється завдяки кільцевій щілині, яка формується на 1/3 висоти від основи плоду, з утворенням кришечки. Перегородка плоду від’єднується від його стінки септифрагальною щілиною (проходить поздовжньо, в тангентальній площині), а також відокремлюється від дна зав’язі. Під час розкривання плоду кришечка, насінини і перегородка відокремлюються одні від одного та від основи плоду. Порушення цілісності плоду і його руйнування відбуваються під впливом різких рухів або раптових коливань генеративного пагона, зумовлених різними чинникам.

Таким чином, детальні мікроморфологічні дослідження плоду *P. major* дозволили виявити такі його особливості, як дуже глибока кришечка плоду (2/3 його висоти) та повне відокремлення частин плоду і насінин при його розкриванні за допомогою двох типів щілин – поперечної кільцевої та септифрагальних.

Чишко М., Майсак В.

ПЕРША ВЕРИФІКОВАНА ЗНАХІДКА ГРИБА
DIAPORTHE ERES (DIAPORTHACEAE, ASCOMYCOTA)
НА *ASCLEPIAS SYRIACA* З УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: chishko.maks@ukr.net

Chyshko M., Maysak V. FIRST VERIFIED RECORD OF THE FUNGUS *DIAPORTHE ERES* (DIAPORTHACEAE, ASCOMYCOTA) ON *ASCLEPIAS SYRIACA* FROM UKRAINE. As a result of the molecular-genetic study of the culture of the pathogenic fungus isolated from the stems of *Asclepias syriaca*, collected in Kharkiv region, we identified the species *Diaporthe eres*.

Diaporthe Nitschke – великий рід сумчастих грибів з порядку Diaporthales, класу Sordariomycetes, відділу Ascomycota. Його нестатеве спороношення відоме під назвою *Phomopsis* (Sacc.) Bubák. В стадії анаморфи гриб є пікнідіальним фітопатогеном, який уражує певні види вищих рослин, а статеве спороношення зазвичай утворюється на рослинних рештках. У складі роду є чимало небезпечних паразитів сільськогосподарських рослин, які мають велике господарське значення.

Розпізнавання видів роду *Diaporthe* виключно на основі морфологічних ознак і субстратної приуроченості наразі майже неможливе. Тому, для впевненої ідентифікації прийнято виділяти чисті культури і проводити їх молекулярно-генетичний аналіз. Станом на 2017 р., коли була опублікована остання ревізія роду, було епітіпіфіковано і верифіковано 171 вид роду. Проте сучасний статус багатьох видів досі залишається нез’ясованим.

Типом роду є вид *Diaporthe eres* Nitschke, який отримав свою видову назву через виразні подовжені вивідні отвори перитеціїв, які виступають за межі субстрату. Цей вид був вперше описаний на гілках *Ulmus campestris* L. з Німеччини. Згодом його було виявлено на багатьох видах деревних та трав'яних рослин. Проте наразі верифікованими є знахідки з *Ulmus sp.*, *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, *Fraxinus excelsior* L., *Glycine max* (L.) Merr., *Pyrus sp.*, *Salix sp.*, *Tilia cordata* Mill. та *Vitis vinifera* L.. Як видно з наведеного списку, переважна більшість субстратотвірних рослин (окрім сої) є деревними.

Сумчаста стадія *D. eres* характеризується утворенням скупчень темнозабарвлених перитеціїв діаметром 200–300 мкм, які глибоко занурені в тканини рослини-хазяїна і виступають назовні шийками завдовжки 300–700 мкм. Аски 8-ми споріві, $(39-48,5-58,5(-61)) \times (6,5-7-9(-11))$ мкм, унітунікатні. Аскоспори $(11-12,5-14,5(-15,5)) \times 3-4$ мкм, гіалінові, двоклітинні, часто з 4 виразними краплями (дві більші в центрі, дві менші на кінцях). Нестатева стадія – пікніди з альфа та бета конідіями.

Ваточник сирійський (*Asclepias syriaca* L.) – адвентивна північноамериканська рослина з підродини ластівневих (Asclepiadoideae) родини барвінкових (Аросупасеae). У ХХ сторіччі її почали вирощувати в Україні, як потенційний медонос та каучуконос. Згодом ця рослина натуралізувалася і стала небезпечним бур'яном. В Харківській області на березі Печенізького водосховища була знайдена стара закинута плантація *A. syriaca*, на мертвих стеблах якого рясно спороносив гриб з роду *Diaporthe*. Після молекулярно-генетичного дослідження культури його було ідентифіковано як *D. eres*. Наразі це перша верифікована знахідка *D. eres* на даному субстраті.

Chrzanowska E., Michalek S., Denisow B.

FLORAL REWARDS IN *SINAPIS ALBA* L. (BRASSICACEAE) DECREASE IN DROUGHT CONDITIONS

University of Life Sciences in Lublin
Akademycka str., 15, 20-950 Lublin, Poland
email: ewelina.chrzanowska@u.lublin.pl

The production of plant raw materials depends on climate changes, which are becoming more and more common in recent years. It is expected that in the coming years heavy rains and periodic droughts with lack of availability of soil water will become more common. Such weather phenomena can lead to plant stress and limit plant functions.

The experiment was carried out to determine the influence of field water capacity on the morphological and physiological characteristics of white mustard (*Sinapis alba* L.) cultivars 'Borowska', 'Maryna', and 'Palma'. The experiment was carried out in 2023 in the Lublin Voivodeship (SE Poland). The

experimental plots were established on loess-like soil. During the initial 4 weeks of emergence, the plants were grown in the same soil moisture conditions. Then, an experimental scheme was used: a) control plots with natural rainfall (65 mm), b) irrigated plots (65 mm rainfall + 30 mm of irrigation), c) plots with periodic drought, no irrigation, no rainwater (use of a foil tunnel during rain showers).

The amount of available field water capacity has been shown to have a significant impact on plant characteristics. The greatest number of flowers were recorded on the individuals grown on additionally irrigated plots. Soil drought caused significant reduction of flowering abundance and flowering time. Periodic drought also inserted negative effect on the production of nectar and pollen in white mustard. Therefore, a decrease in the insect pollinators abundance is expected that can result in lower seed yields.

Myronov S., Popova O.

FLORISTIC ANALYSIS OF PLANT SPECIES GROWING IN THE AREA
OF MEDICINAL PLANTS AT THE NEW SITE OF ODESA NATIONAL
UNIVERSITY BOTANICAL GARDEN

*Odesa I. I. Mechnikov National University
Dvoryanska str., 2, Odesa, 65000, Ukraine
e-mail: bio.5719@stud.onu.edu.ua*

The Academician V. I. Lipsky Botanical Garden of National Importance of Odesa I. I. Mechnikov National University has a number of scientific, popular science, and applied tasks. Different groups of plants are studied at different sites of the institution according to their taxonomic position, origin, economic properties, etc. The study of plant species with medicinal properties is relevant, as well (Возіанова, 2017).

During the study of taxonomic composition of the medicinal plants area on the new territory of Odesa National University Botanical Garden, 63 species of vascular plants were identified. They belong to 54 genera and 29 families (Доброчаева и др., 1987; Mosyakin, Fedoronchuk, 1999). The leading families are Asteraceae Bercht. & J. Presl (13 species), Poaceae Barnhart (eight species), Lamiaceae Martinov (five species), Brassicaceae Burnett, and Fabaceae Lindl. (four species each). The most species rich is the genus *Artemisia* L. (five species), other genera are represented mainly by one species.

Hemicryptophytes (35 species) dominate in terms of life forms, with 11 species of chamaephytes, nine species of therophytes, five species of phanerophytes, and three species of geophytes also found (Серебряков, 1962). In terms of natural communities, most species prefer thicket (12 species), steppe (nine species) and meadow (seven species) cenoses (Дідух та ін., 2004-2010). On the other hand, 20 species are cultivated by human, and 24 species prefer anthropogenically transformed areas (Протопопова, 1991).

The mesophytic group (55 species) absolutely dominates in relation to moisture, with xeromesophytes prevailing over mesophytes (31 and 24 species, respectively). There are also seven species mesoxerophytes and one species of xerophytes. In relation to light, most of the plants are heliophytes (41 species). We also found 19 species of sciogeliophytes and three species of heliosciophytes (Дідух та ін., 2004-2010).

For 30 species, it was determined that their natural habitats are located outside of Ukraine, with the vast majority being neophytes (19 species). Most species are native to Asian and the Mediterranean regions (8 species each). The Mediterranean-Iranian-Turanian and North American origin represent five species each, Southern European – two species, Iranian-Turanian and Eurasian – one species each (Доброчаева и др., 1987).

ГЕНЕТИКА ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ GENETICS AND BIOTECHNOLOGY

Бархатова А., Ющук О., Федоренко В.

ПОШУК ПОТЕНЦІЙНИХ САЙТІВ ІНТЕГРАЦІЇ ФАГА ϕ BT1 В
ГЕНОМАХ ПРЕДСТАВНИКІВ КЛАСУ *ACTINOMYCETES*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: anastasiia.barkhatova@lnu.edu.ua

Barkhatova A., Yushchuk O., Fedorenko V. SEARCH FOR PUTATIVE *ATTB* SITES FOR ϕ BT1 ACTINOPHAGE IN GENOMES OF ACTINOMYCETES SPP. ϕ BT1 is a temperate actinobacterial phage related to ϕ C31. In *Streptomyces coelicolor*, ϕ BT1 integrates into an *attB* site located in a gene encoding an integral membrane protein (*SCO4848*). The integration is mediated by a large serine-type recombinase. However, it is unclear whether this model holds true for other actinomycetes. Therefore, we aimed to analyze publicly available genomes of validly described species from the class *Actinomycetes*, specifically searching for orthologues of the *SCO4848* gene. Surprisingly, *SCO4848* orthologues and, consequently, ϕ BT1 integration sites were detected in only 18% of the analyzed genomes.

Помірний актинофаг ϕ BT1 споріднений з ϕ C31. Подібно до ϕ C31, його геном інтегрується за участю серинової рекомбінази *Int* у специфічний сайт *attB* хромосоми *Streptomyces coelicolor*, розміщений у гені, що кодує трансмембранний білок *SCO4848*. Інтегративні вектори, засновані на системі *att/Int* ϕ BT1, широко застосовуються в генній інженерії актиномицетів, зокрема стрептоміцетів, як платформи для стабільної експресії генів (Gregory, 2003).

У наших попередніх роботах ми проаналізували нуклеотидні послідовності геномів актинобактерій, які представляють валідно описані види, індексовані в LPSN (List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature), у пошуках *attB*-сайтів інтеграції ДНК актинофага ϕ C31. Продемонстровано широку розповсюдженість цих сайтів у геномах представників різноманітних порядків актинобактерій. Це свідчить, що вектори, побудовані на системі інтеграції фага ϕ C31, є універсальними для актинобактерій. Метою цієї роботи було проведення аналогічного дослідження, сфокусованого на пошук сайтів інтеграції фага ϕ BT1 в геномах актиномицетів.

Для досягнення цієї мети створено локальну базу даних для геномів усіх валідно описаних видів, що належать до класу *Actinomycetes* і доступні в базі даних GenBank на 2023 рік. За допомогою програмного забезпечення Geneious 4.8.5 та функції Custom Blast проаналізовано геноми 21-го порядку класу *Actinomycetes*. Як запит для пошуку

потрібної ділянки генома використали нуклеотидну послідовність гена *SCO4848* з *S. coelicolor*. Після аналізу 2928 геномів представників класу *Actinomycetes*, ортологи *SCO4848* виявлено лише у 529 з них. Єдиною родиною, де більше 75% проаналізованих геномів містили ортологи, була родина *Streptomycetaceae* з порядку *Kitasatosporales*. Серед порядків *Glycomycetales*, *Jatrophihabitantales*, *Catenulisporales* та *Pseudonocardiales* відсоток знайдених ортологів від загальної кількості видів коливався в діапазоні 45-75%. У свою чергу, для порядків *Micromonosporales*, *Frankiales* та *Kineosporiales* відсоткове значення було значно нижчим, становлячи лише 1-25%. Представники порядків *Acidothermales*, *Actinomycetales*, *Bifidobacteriales*, *Cryptosporangiales*, *Geodermatophilales*, *Jiangellales*, *Micrococcales*, *Motilibacterales*, *Mycobacteriales*, *Nakamurellales*, *Propionibacteriales*, *Sporichthyales* та *Streptosporangiales* не мали в своїх геномах ортологів гена *SCO4848*.

Результати дослідження виявилися несподіваними – лише у 18 % геномів *Actinomycetes* spp. знайдено ортологи *SCO4848*, які містили сайт інтеграції ДНК фВТ1. Це ставить під сумнів універсальність інтегративних векторів, що засновані на системі *att/Int* фВТ1. Проте, оскільки пошук цих сайтів проводили лише в ортологах гена *SCO4848*, можливо, що в деяких видах сайт інтеграції ДНК фага фВТ1 знаходиться в інших ділянках генома. У подальшому планується здійснити пошук сайтів інтеграції ДНК фВТ1 в таких ділянках.

Бачинська Б., Голуб Н.

ВПЛИВ ЕКСТРАКТУ КАЛЕНДУЛИ (*CALENDULA OFFICINALIS*) НА ВИЖИВАННЯ ТА СТРУКТУРУ М'ЯЗІВ У ДИСТРОФІНОВИХ МУТАНТІВ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: bbvua12@gmail.com

Bachynska B., Holub N. THE EFFECT OF *CALENDULA OFFICINALIS* EXTRACT ON SURVIVAL AND MUSCLE STRUCTURE OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* DYSTROPHIN MUTANTS. The effect of a pharmacy preparation of *Calendula officinales* extract on survival and muscle conditions in *Drosophila melanogaster* dystrophin mutants *DysDf/Tm6Tb* was analyzed. It was shown an increase in the number of hatched adults by 44% in dystrophin mutants and by 20% in wild type strain *Oregon* comparing to control. Also under the influence of the studied extract was shown an increase in the number of segments with a restored muscle structure by 52-59% compare to control in the middle and late stages of the dystrophin mutants life.

М'язові дистрофії - це група гетерогенних захворювань, що характеризуються поступовою деградацією м'язової тканини та втратою рухової функції. Серед найпоширеніших захворювань цієї групи - м'язові дистрофії Дюшена та Беккера. Вони спричинені мутацією у гені дистрофіну та успадковуються за Х-зчепленим рецесивним типом. На разі не існує ефективної терапії м'язових дистрофій. Є розроблені генотерапевтичні методи лікування, проте вони дорогі та складні для рутинного використання. В клінічній практиці використовують терапію стероїдами, але вона не призводить до повного одужання й має безліч побічних ефектів. Тому активно ведеться пошук біологічно активних сполук, що здатні чинити позитивний вплив на стан м'язів у хворих на міопатії. Така терапія була б недорогою, доступною широкому колу хворих і відносно простою в клінічному використанні.

Календула лікарська (*Calendula officinalis* L.) - це рослина родини Asteraceae, що широко використовується в нетрадиційній медицині завдяки своїм протизапальним, противірусним та антигенотоксичним властивостям, які представляють інтерес для застосування при широкому колі захворювань.

Метою нашої роботи було проаналізувати вплив аптечного препарату екстракту календули на виживання та стан м'язів у дистрофінових мутантів *Drosophila melanogaster*. Матеріалом дослідження служили лінія дикого типу *Oregon* та лабораторна лінія дистрофінових мутантів *DysDf//Tm6Tb*. Ця лінія містить делецію на правому плечі 3-ї хромосоми, що охоплює весь ген дистрофіну *Dys*. Внаслідок делеції особини даної лінії близькі до м'язової дистрофії Дюшена людини за фенотиповими проявами. Як контроль використовували необроблених особин.

Було проведено обробку імаго *Drosophila melanogaster* ліній *DysDf//Tm6Tb* та *Oregon* шляхом личинкового згодовування з розрахунку 10 мл та 20 мл екстракту на 100 мл середовища. Проаналізовано виліт оброблених та необроблених імаго. Виявлено, що досліджувані концентрації призвели до збільшення кількості імаго, що вилетіли, в обидвох лініях. Так, у дистрофінових мутантів обидві концентрації збільшили виліт імаго на 44% порівняно з контролем, а у лінії *Oregon* - на 20% ($p < 0,05$).

Наступним етапом нашої роботи було виготовлення та аналіз гістологічних зрізів м'язів тораксу *Drosophila melanogaster* ліній *DysDf//Tm6Tb*. Зрізи виготовляли на 4-5-й, 10-12-й та 20-22-й дні життя імаго. Аналізували кількість сегментів з нормальною та дефектною структурою. Виявили зростання кількості сегментів з відновленою структурою м'язів на 52-59 % порівняно з контролем на середніх та пізніх етапах життя імаго.

Таким чином, показано, що використані концентрації екстракту календули не є токсичним для *Drosophila melanogaster* і підвищують виліт

імаго, а також досліджуваний екстракт призводить до сповільнення процесу деградації м'язів тораксу у дистрофічних мутантів *Drosophila melanogaster* на середніх та пізніх етапах життя імаго.

Ведибіда О., Степанишин А., Ющук О., Федоренко В.

МУТАНТИ *STREPTOMYCES TOYOCAENSIS* NRRL 15009 ЗА ГЕНОМ ШЛЯХ-СПЕЦИФІЧНОГО РЕГУЛЯТОРА *STAQ* НЕ ЗДАТНІ ДО ПРОДУКЦІЇ А47934

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: oleksandr.vedybida@lnu.edu.ua

Vedybida O., Stepanyshyn A., Yushchuk O., Fedorenko V. *STAQ* DELETION MUTANTS OF *STREPTOMYCES TOYOCAENSIS* NRRL 15009 ARE UNABLE TO PRODUCE A47934. A47934 is a naturally non-glycosylated but sulfated glycopeptide antibiotic aglycone produced by *Streptomyces toyocaensis* NRRL 15009. A47934 represents a rare case of a glycopeptide antibiotic (GPA) produced by *Streptomyces* spp., and so far, no data exist regarding the biosynthesis regulation of this GPA. We have begun to address this knowledge gap by generating an NRRL 15009 *ΔstaQ* mutant, which is deficient in *staQ* – a cluster-situated gene encoding a transcriptional regulator. We discovered that the NRRL 15009 *ΔstaQ* mutant is unable to produce A47934. Moving forward, we plan to compare the expression of genes from the A47934 biosynthetic gene cluster in the NRRL 15009 *ΔstaQ* mutant and the wild type.

A47934 є неглікозильованим, сульфурильованим, глікопептидним антибіотиком (ГПА), продуцентом якого є *Streptomyces toyocaensis* NRRL 15009. ГПА є рідкісними для стрептоміцетів, а шлях-специфічна і глобальна регуляція їх біосинтезу досі не вивчалася. Подібно до інших кластерів біосинтетичних генів (КБГ) ГПА, КБГ A47934 містить ген *staQ*, що кодує StrR-подібний транскрипційний регулятор StaQ. Ортологи StaQ є ключовими позитивними регуляторами біосинтезу таких ГПА, як тейкопланін, ванкоміцин, А40926 тощо. Однак, роль *staQ* в регуляції біосинтезу А47934 в NRRL 15009 досі не має експериментального підтвердження. У цій роботі ми вирішили дослідити це, створивши мутант NRRL 15009 за геном *staQ*.

Нокаут *staQ* здійснено за допомогою подвійного кросинговеру. Як основу для нокаутної плазмиди використано суїцидний вектор pGusA21, який несе ген *gusA*, що кодує фермент β-глюкуронідазу, та касету стійкості до апраміцину *aac(3)IV*. Це дало змогу вести подвійну селекцію за глюкуронідазною активністю та стійкістю до апраміцину. У вектор pGusA21 було клоновано ліву (2018 п.н. ліворуч від старт-кодона *staQ*) та праву (2088 п.н. праворуч стоп-кодона *staQ*) послідовності, які фланкують

ген *staQ*, у результаті чого отримано плазмиду рKOSTaQ. Перенесення рKOSTaQ в NRRL 15009 проводили шляхом міжродового схрещування *Escherichia coli* – *S. toyocaensis*. Отримані транскон'юганти, в яких інтеграція рKOSTaQ в хромосому відбулася за допомогою гомологічної рекомбінації в ході первинного кросинговеру, були стійкі до апраміцину і здатні до Gusa-опосередкованого розщеплення 5-бромо-4-хлоро-3-індоліл-β-D-глюкуроніду (X-Gluc). Випадково обраний транскон'югант вирощували пасажами на середовищі ISP3 за неселективних умов для індукції вторинного кросинговеру. Після трьох раундів пасажування спори NRRL 15009 рKOSTaQ⁺ зібтали та виростили на агаризованому середовищі VM0.1 із додаванням 25 мкг/мл X-Gluc. Для дальшого аналізу відбирали безбарвні клони, в яких плазміда втрачена в ході вторинного кросинговеру. Так як NRRL 15009 Δ*staQ* і ревертанти дикого типу мали однаковий фенотип, провели скринінг безбарвних колоній за допомогою ПЛР, в якій ампліфікація алеля *staQ* дикого типу привела до появи амплікона розміром 1471 п.н., тоді як у мутантів амплікон мав розмір 452 п.н. У такий спосіб вдалося відібрати два незалежні мутанти NRRL 15009 Δ*staQ*.

Аналіз A47934-опосередкованої антимікробної активності культур NRRL 15009 Δ*staQ*, вирощених на агаризованих середовищах ISP1-7, показав, що мутанти втратили здатність продукувати ГПА. Цей результат свідчить про те, що ген *staQ* дійсно є ключовим регулятором біосинтезу A47934. У подальшому ми плануємо вивчити транскрипційну організацію *sta* і дослідити активність експресії *sta*-генів в *S. toyocaensis* NRRL 15009 Δ*staQ*.

Град М., Роман І., Громико О., Федоренко В.

СКРИНІНГ БІОСИНТЕТИЧНИХ ГЕННИХ КЛАСТЕРІВ ФУНГІЦИДНИХ СПОЛУК В ГЕНОМАХ АКТИНОМІЦЕТІВ РОДУ *UMEZAWAEA*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: marianahrad@gmail.com

Hrad M., Roman I., Gromyko, O. Fedorenko V. SCREENING OF BIOSYNTHETIC GENE CLUSTERS OF FUNGICIDAL COMPOUNDS IN THE GENOMES OF ACTINOMYCETES OF THE GENUS *UMEZAWAEA*. The study of genetic clusters of the genus *Umezawaea* has revealed the presence of potential similar clusters with antifungal activity, such as lucensomycin and kitacinnamycin, which suppress *Escovopsis* sp., and colibrimycin, lucensomycin, selvamycin, colibrimycin and kitacinamycin, which show strong inhibitory activity against *Candida albicans*. In strain *Umezawaea* Da 62-37, the presence of the macrotermycins class was identified, which could be important for inhibiting the growth of *Pseudoxylaria* sp.

Деякі види міцеліальних та дріжджових грибів можуть спричиняти небезпечні захворювання у рослин, тварин, в т.ч. людини. Наприклад, *Candida albicans* чи *Aspergillus niger* є збудниками широкого спектра мікозів у теплокровних, в т.ч. людини (Ugochukwu, 2022), а *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* та ін. є одними з найпоширеніших збудників захворювань сільськогосподарських рослин (Peer, 2023). Арсенал сучасних фунгіцидних препаратів дозволяє боротися з грибними інфекціями, резистентні форми яких постійно з'являються та вимагають пошуку нових фунгіцидних агентів. Родину *Pseudonocardiaceae*, в яку включено рід *Umezawaea*, вважають перспективним джерелом нових природних сполук (Gavriilidou A. et al, 2022). З огляду на це, наші дослідження спрямовані на аналіз геномів актиноміцетів цього роду з метою виявлення генних кластерів потенційно нових природних сполук з фунгіцидними активностями.

Ми дослідили геноми типових штамів *Umezawaea tangerina* JCM 10302^T, *U. endophytica* YIM 2047X^T та ізолят *Umezawaea* sp. Da 62-37, недавно виділеного нами з острова Галіндез, морської Антарктиди (Tistechok, 2021). Для аналізу геномів використали програму antiSMASH версії 7 (Blin et al., 2021). Геном *U. endophytica* YIM 2047X^T має 48 кластерів *U. tangerina* JCM 10302^T - 41, а *Umezawaea* sp. Da 62-37 – 52. Під час аналізу геному *U. tangerina* ми виявили ймовірні кластери, які мають велику подібність з відомим антибіотиком, такими як люцензоміцин (подібність 75%) та меншу подібність з такими антибіотиками як кітациннаміцин (типи А, В, С, D, F) та колібріміцин (подібність 21%). Ці антибіотики виявляють здатність пригнічувати ріст цвілевих грибів (Shi, 2019; Prado-Alonso, 2021). У геномі штаму *U. endophytica* ідентифіковано ймовірні кластери генів поліоксипептину (16% подібності) та рустміцину (10% подібності), продукти яких виявляють активність проти рослинних грибів *Puccinia graminis* та *Cryptococcus neoformans* (Mandala 1998). Також, ми виявили, що потенційні кластери сполук, таких як люцензоміцин (52%), сельваміцин (20%), колібріміцин (17%) та кітациннаміцин (25%), проявили сильну інгібіторну активність проти *Candida albicans*. У штаму *Umezawaea* Da 62-37 був виявлений лише один кластер з ймовірною фунгіцидною активністю - макротерміцин (96%), який може бути важливим для пригнічення росту *Pseudoxyllaria* sp. (штам X802) та ентомопатогенних грибів комах, таких як *Beauveria bassiana* та *Metarhizium anisopliae* (Beemelmans, 2017).

Отже, представники роду *Umezawaea* містять в геномах кластери, які потенційно можуть бути залучені в синтезі нових фунгіцидних сполук. Це стосується, зокрема, кластерів, які мають низький рівень подібності з відомими кластерами. Наступні етапи наших досліджень передбачають пошук умов нагромадження та екстракції вторинних метаболітів з антифунгальною активністю.

Данкович Х., Цедуляк В.-М., Осташ Б., Федоренко В.

ГЕНИ БІОСИНТЕЗУ ТІОПОХІДНИХ УРИДИНУ
В *STREPTOMYCES ALBIDOFLAVUS* J1074

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: khrystyna.dankovych@lnu.edu.ua

Dankovych K., Tseduliak V.-M., Ostash B., Fedorenko V. GENES FOR BIOSYNTHESIS OF URIDINE THIODERIVATIVES IN *STREPTOMYCES ALBIDOFLAVUS* J1074. Recent research has uncovered new aspects of tRNA function, demonstrating their significance far beyond simply transporting amino acids. Their complex and dynamic structure is formed through numerous post-translational modifications. Thiol modifications are chemical changes in tRNA molecules that contain a sulfur atom, and cysteine desulfurase enzymes play a key role in the synthesis of thiol modifications of tRNA. Since the biosynthetic pathway and the genes involved in it have been poorly studied in the genus *Streptomyces*, we investigated the properties of the *Streptomyces albidoflavus* mutant for the XNR_1347 gene, which probably encodes a sulfurtransferase. Analysis of the multiple alignment of amino acid sequences showed us significant conservatism in many positions.

Сучасні дослідження розкривають нові аспекти функціонування тРНК, які свідчать про їхню значущість далеко за межами простого транспортування амінокислот. Їх складна та динамічна структура, що формується завдяки численним посттрансляційним модифікаціям, дозволяє їм взаємодіяти з різними білками та регулювати їх активність, брати участь у процесах РНК-інтерференції та епігенетичної регуляції, відігравати роль у стабілізації геному. Тіолові модифікації – це хімічні зміни в молекулах тРНК, які містять атом сульфуру, таких модифікацій у тРНК багато, до них відносяться 2-тіоуридин, 4-тіоуридин, 2-тіоцитидин, 2-метилтіоаденозин та їх похідні. Цистеїн десульфурілази відіграють ключову роль у синтезі тіолових модифікацій тРНК. Їхня ключова дія – розщеплення цистеїну до аланіну та сульфгідрильної групи (-SH). Сульфгідрильна група, що утворюється в результаті розщеплення цистеїну, використовується для модифікації нуклеотидів в тРНК, перетворюючи їх на тіомодифіковані нуклеотиди.

Основними модельними організмами, у яких вивчався біосинтез 2-тіоуридину, є *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* та *Saccharomyces cerevisiae*. Шлях біосинтезу та продукти яких саме генів у ньому задіяні, у роду *Streptomyces* майже не вивчався, тому ми хочемо дослідити властивості мутанта *Streptomyces albidoflavus* за геном XNR_1347, що імовірно кодує сульфуртрансферазу, а основними нашими завданнями є здійснити нокаут гена XNR_1347, проаналізувати

антибіотичну активність мутанта проти тест-культури *Bacillus cereus* та *Debaryomyces hansenii*, здійснити пошук ортологів гена *XNR_1347*, виконати множинне вирівнювання амінокислотних послідовностей білка *XNR_1347* та ортологів.

Ми здійснили нокаут гена *XNR_1347* у *SAM2* з метою вивчення його ролі в біосинтезі 2-тіоуридину у *S. albidoflavus*. Зробивши аналіз антибіотичної активності на тест-культури *B. cereus* та *Debaryomyces hansenii* ми спостерігали неоднаковий рівень антибактерійної та протигрибкової активності штамів *S. albidoflavus*. *SAM2* та Δ *XNR_1347* Тому можемо стверджувати про плейотропний вплив конкретних модифікацій тРНК на бактерійну клітину, адже відсутність чи порушення модифікацій призводить, як до збільшення, так і до зменшення синтезу вторинних метаболітів. Далі, було проведено філогенетичний аналіз з використанням множинного вирівнювання послідовностей з різних організмів: *S. albidoflavus*, *Thermus thermophilus*, *B. subtilis*, *E.coli*, *Salmonella enterica*. Для пошуку ортологів гена *XNR_1347* використовувався ресурс NCBI (розділ Protein) та алгоритм BLAST. Множинне вирівнювання амінокислотних послідовностей було проведено за допомогою алгоритмів Clustal Omega та Muscle. Дані результати демонструють значну консервативність у багатьох позиціях, а отже мають важливу функцію для клітин.

Дубан Р., Ющук О., Федоренко В.

НАДЕКСПРЕСІЯ ГЕНА *STAQ* ПОЗИТИВНО ВПЛИВАЄ НА ПРОДУКЦІЮ A47934 В *STREPTOMYCES TOYOCAENSIS* NRRL 15009

Львівський національний університет імені Івана Франка
бул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: dubanroksolana@gmail.com

Duban R., Yushchuk O., Fedorenko V. OVEREXPRESSION OF *STAQ* IMPROVES A47934 PRODUCTION IN *STREPTOMYCES TOYOCAENSIS* NRRL 15009. *Streptomyces toyocaensis* NRRL 15009 is a producer of naturally occurring glycopeptide antibiotic (GPA) aglycone A47934. Regarding the naturally minimized biosynthetic gene cluster for A47934 biosynthesis, NRRL 15009 draws attention as a putative platform for combinatorial biosynthesis of novel GPAs. The main aim of the work was to investigate whether overexpression of pathway-specific regulatory genes from different GPA BGCs will activate and improve A47934 biosynthesis in NRRL 15009. We found out that the overexpression of native gene – *staQ* – has the most pronounced effect, justifying the application of *staQ* to create GPA overproducing strains of NRRL 15009.

Одними із найвідоміших продуцентів антибіотиків є актиноміцети – Грам-позитивні бактерії, які широко розповсюджені у ґрунтах. Представники роду *Streptomyces* домінують серед актиноміцетів за кількістю описаних

видів і стали джерелом багатьох клінічно-важливих антибіотиків. Серед *Streptomyces* spp. є лише поодинокі випадки продуцентів глікопептидних антибіотиків (ГПА), активних проти множинно-резистентних патогенів. Не дивлячись на клінічну ефективність ГПА, все більше клінічних ізолятів, стійких до ГПА, виділяють із кожним роком. Тому, важливим є дослідження можливостей для комбінаторного біосинтезу ГПА.

Одним із ГПА, що походять із стрептоміцетів, є антибіотик А47934, який продукує *Streptomyces toyocaensis* NRRL 15009. А47934 особливий тим, що фактично є сульфурильованим агліконом тейкопланіну. Тому А47934 можна використати як платформу для комбінаторного біосинтезу нових ГПА. З цієї метою, ми плануємо одночасно: а) створити надпродуцента А47934 шляхом надекспресії генів StrR-подібних шлях-специфічних регуляторів біосинтезу ГПА; б) позбутися гена сульфотрансферази *staL*; в) розширити репертуар стійкості NRRL 15009 до ГПА. У цій роботі увагу зосереджено на вивченні впливу надекспресії нативного і гетерологічних генів StrR-подібних регуляторів на продукцію А47934 при вирощуванні штаму на різних агаризованих живильних середовищах.

Для цього в клітини *S. toyocaensis* NRRL 15009 було внесено низку плазмід, що несли гени StrR-подібних регуляторів під контролем конститутивного промотора *ermEp: staQ* із кластера біосинтетичних генів (КБГ) А47934; *tei15** із КБГ тейкопланіну *Actinoplanes teichomyceticus* ATCC 31121; *dbv4* із КБГ А40926 *Nonomuraea gerenzanensis* ATCC 39727; *vtr* із КБГ ванкоміцину *Amycolatopsis orientalis* NBRC12806; регуляторний ген із КБГ невідомого ГПА *Amycolatopsis bartoniae* DSM 45807. *S. toyocaensis* NRRL 15009 і рекомбінантні штами вирощували на середовищах ISP1-7 протягом 168 год при 30 °С. Після цього оцінили антибіотичну активність культур проти *Bacillus subtilis* HB0950 методом дифузії в агар з агарових блоків. Виявилось, що штам NRRL 15009 здатний до продукції А47934 при культивуванні на середовищах ISP3 і ISP4. Поява продукції А47934 на середовищах ISP1, ISP2, ISP5 і ISP7 спостерігалася у штаму, що ніс ген *staQ* (*staQ*⁺), тоді як цей штам демонстрував збільшену продукцію А47934 на середовищах ISP3 і ISP4. У штаму *tei15**⁺ на середовищах ISP1, ISP5 та ISP7 з'являлась продукція А47934, а на середовищах ISP3 і ISP4 продукція А47934 була збільшена. У *dbv4*⁺ поява продукції А47934 спостерігалася лише на середовищі ISP1, а на ISP3 і ISP4 продукція А47934 була збільшеною. Експресія гена StrR-регулятора з DSM 45807 не мала виражених ефектів. Нарешті, експресія *vtr* навпаки пригнічувала біосинтез А47934 на середовищах ISP3 і ISP4. Отже, на основі отриманих результатів, можна зробити висновок, що надекспресія *staQ* має найбільш виражений ефект на продукцію антибіотика А47934.

Король В., Стрижеус В., Комісаренко А., Михальська С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСМОСТІЙКОСТІ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ РОСЛИН ПШЕНИЦІ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

*Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: allakomisarenko2017@gmail.com*

Korol V., Stryzheus V., Komisarenko A., Mykhalska S. STUDY OF OSMORESISTANCE OF GENETICALLY MODIFIED WHEAT PLANTS (*TRITICUM AESTIVUM* L.). In transgenic wheat plants with a double-stranded RNA suppressor of the *pdh* gene, the increased level of resistance to osmotic stress correlates with the accumulation of free L-proline. Increased expression of the oat gene is not reflected in the content of this amino acid, but contributes to better survival of seedlings under conditions of water deficit and salinity.

Незважаючи на загалом зростаючу тенденцію виробництва пшениці кліматичні зміни та тривалі посухи значно позначаються на її врожайності (Моргун, 2016). Розуміння генно-інженерних принципів керування реакцією рослин на фактори стресу є передумовою створення високопродуктивних сортів цієї важливої культури. На сьогодні розроблені методи трансформації генів, які дозволяють краще пристосовуватись пшениці до стресових умов навколишнього середовища (Dubrovna, 2022). Особливу увагу приділено генам метаболізму L-проліну (Pro), який бере участь в осмотичній регуляції та підвищенні здатності рослин протистояти зневодненню клітин (Колупаєв, 2014). Метою нашої роботи був порівняльний аналіз рівня стійкості до осмотичних стресів у генетично модифікованих рослин озимої пшениці з інтродукованими генами синтезу та катаболізму Pro.

Об'єктом дослідження слугувало насіннєве покоління (T2) трансгенних рослин пшениці озимої генотипів УК 106/19 і УК 171/19h, які містять додаткову копію гена орнітин- δ -амінотрансферази (*oat*) та дволанцюговий РНК супресор гена проліндегідрогенази (*pdh*) пшениці (Михальська, 2018; Комісаренко, 2019). Щоб визначити рівень стійкості до осмотичних стресів та проаналізувати його залежність від вмісту вільного проліну насіння T2 рослин та їх вихідних генотипів пророщували в культурі *in vitro*. Потім 4-добові проростки переносили на живильне середовище МС з додаванням маніту (0,8 М) та солей морської води (2,5%), що моделюють відповідно засуху і засолення та культивували протягом 14 діб. Перед зміною умов у зразках рослинного матеріалу вимірювали вміст вільного Pro.

Більш виражений негативний ефект, який гальмував розвиток проростків усіх досліджуваних варіантів, спостерігався за культивування в умовах сольового стресу. Менш токсичним стресовим фактором був водний дефіцит. За умов, що моделювали засолення і посуху відсоток виживання

T2 проростків складав 80 та 84%, відповідно, тоді як нетрансгенних в середньому лише 45,6%. При цьому рівень Pro у генетично модифікованих проростках з дволанцюговим супресором гена *pdh* пшениці за нормальних умов вирощування перевищував показники вихідних форм в 1,6 раз. Тоді як у T2 рослин, з геном *oat* за відповідних умов вирощування не спостерігалось суттєвої різниці в його накопиченні. В умовах осмотичного стресу життєздатність усіх досліджуваних варіантів поєднувалась із збільшенням Pro. Так, у проростків вихідних генотипів в умовах водного дефіциту і засолення його рівень підвищувався у середньому в 2,4 та 3,6 рази, в порівнянні з нормальними умовами вирощування. Тенденція більшої акумуляції проліну в генетично-модифікованих рослин зберігалась не зважаючи на те, що його вміст збільшувався за стресових умов тільки в два рази. Незначна відмінність в акумуляції проліну також спостерігалась між T2, що містять ген *oat* та їх вихідними формами в умовах засолення.

Таким чином, у трансгенних рослин пшениці з дволанцюговим РНК супресором гена *pdh*, підвищений рівень стійкості до осмотичних стресів корелює з накопиченням вільного L-проліну. Підсилення експресії гена *oat* не відображається на вмісті цієї амінокислоти, але сприяє кращому виживанню проростків за умов водного дефіциту та засолення.

Косинська Т., Петрух А., Волошина І.

**ВПЛИВ ДЖЕРЕЛА ВУГЛЕЦЮ НА БІОСИНТЕЗ
БАКТЕРІАЛЬНОЇ ЦЕЛЮЛОЗИ**

*Київський національний університет технологій та дизайну
вул. Мала Шияновська, 2, м.Київ, 01011, Україна
e-mail: tomakosynska2000k@gmail.com*

Kosynska T., Petruh A., Voloshyna I. INFLUENCE OF CARBON SOURCE ON THE BIOSYNTHESIS OF BACTERIAL CELLULOSE, In modern biotechnology, the study of the influence of the carbon source on the biosynthesis of bacterial cellulose is an urgent problem. Research results indicate that the variety of carbon sources can significantly affect the quantity and quality of synthesized cellulose. Some carbon sources, such as glucose or glycerol, can stimulate more intensive cellulose biosynthesis compared to other substrates. Understanding this effect is important for optimizing the bacterial cellulose production process and developing new strategies. Research in this direction opens up prospects for improving biotechnological processes and expanding the use of bacterial cellulose in various fields.

Вивчення впливу джерела вуглецю на біосинтез бактеріальної целюлози (БЦ) є важливим аспектом для отримання бактеріальної целюлози. Мікробна целюлоза має широкий спектр застосувань у медицині, харчовій промисловості та інших галузях, що підсилює інтерес до

оптимізації її виробництва. Дослідження показують, що джерело вуглецю впливає на ріст, морфологію та властивості бактерій які синтезують целюлозу. Різноманітність вуглеводів у середовищі культивування може визначати ефективність біосинтезу целюлози. Наприклад, вуглеводи з простими структурами, такі як глюкоза чи фруктоза, можуть бути кращими джерелами вуглецю для цього процесу порівняно зі складними вуглеводами, такими як полісахариди. Також, для удосконалення процесу виробництва бактеріальної целюлози можна використовувати альтернативні джерела вуглецю, наприклад залишкові продукти молочної промисловості, ананасового агробізнесу, біодизельного виробництва та кондитерської промисловості, пшенична солома, фруктові соки, гнилі фрукти, патока та інші.

Мета даного дослідження полягає у вивченні впливу різних джерел вуглецю на процес біосинтезу бактеріальної целюлози. Першочерговим завданням є встановлення оптимального джерела вуглецю та умов культивування асоціації мікроорганізмів з метою збільшення виходу БЦ. Наприклад, якщо використовувати прості вуглеводи, такі як глюкоза чи фруктоза, як джерела вуглецю для культивування мікроорганізмів-продуцентів целюлози, можна очікувати підвищення продукції цієї речовини. Це може бути зумовлено тим, що прості вуглеводи легше метаболізуються бактеріями, що відповідають за біосинтез целюлози, та забезпечують більше вуглецю та енергії для процесу синтезу.

Крім того, метою є розуміння метаболічних механізмів, які регулюють процес біосинтезу целюлози в залежності від джерела вуглецю. На основі цих даних можна буде розробити стратегії для підвищення виробництва бактеріальної целюлози з мінімальними витратами ресурсів. Для отримання бактеріальної целюлози нами були використані різноманітні джерела вуглецю, а саме: сахароза, лактоза, глюкоза, фруктоза, крохмаль, етанол та меляса. Також використовували їх змішані субстрати. Було доведено, що вищий рівень БЦ спостерігали при вирощуванні мікробної асоціації на сахарозі (67-70 г/л), глюкозі (127-153 г/л) та на змішаному субстраті сахароза-глюкоза (107-110 г/л). Найгірші результати були отримані на етанолі, фруктозі та крохмалі (10-40 г/л). На лактозі, мелясі та змішаних субстратах лактоза-глюкоза, лактоза-сахароза вихід БЦ склав 53-60 г/л.

Отже, знання про вплив різних джерел вуглецю на біосинтез целюлози може бути корисним для розробки стратегій підвищення виробництва цієї важливої біополімерної речовини. Але на наступному етапі необхідно оптимізувати співвідношення C/N та встановити інші параметри культивування. Тому проведення подальших досліджень у цьому напрямку є необхідним для оптимізації процесу отримання бактеріальної целюлози.

**Кравець В.^{1,2}, Матійців Н.^{1,2}, Душар М.¹, Шиманська І.¹,
Назаренко Л.³, Макух Г.^{1,2}**

**ПЕРША В УКРАЇНІ ГЕНЕТИЧНА ДІАГНОСТИКА
СИНДРОМУ ШВАХМАНА-ДАЙМОНДА(СШД)**

¹Науковий медико-генетичний центр «ЛеоГЕН»
вул. Максимовича, 7г, м. Львів, 79058, Україна

²Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

³КНП «Черкаська обласна дитяча лікарня»
проспект Перемоги, 16, Україна
e-mail: volodymyrs.kravets@gmail.com

**Kravets V., Matiytsiv N., Dushar M., Shymanska I., Nazarenko L.,
Makukh H. THE FIRST GENETIC DIAGNOSTICS OF SHWACHMAN-DIA-
MOND SYNDROME (SDS) IN UKRAINE. 90% of patients with Shwachman-
Diamond syndrome (SDS), an inherited bone marrow failure syndrome, has muta-
tion in *SBDS* gene (Thompson, 2022). We managed to confirm SDS diagnosis in five
children and determine carrier status in relatives of the affected children. All five
patients exhibited the NM_016038.4:c.258+2T>C (rs113993993) mutation, with
four of them also presenting the NM_016038.4:c.183_184delinsCT (p.Lys62Ter)
(rs113993991) mutation, while one displayed the NM_016038.4:c.673_677del
variant.**

Синдром Швахмана-Даймонда (СШД) – це рідкісне аутосомно-
рецесивне захворювання, що характеризується дисфункцією кісткового
мозку, недостатністю підшлункової залози, нейтропенією та скелетною
дисплазією (Shwachman, 1964). Більше 90% пацієнтів із цим захворюванням
мають мутації в гені *SBDS* (Vooscock, 2003). Через те, що кодуюча частина
цього гена ідентична на 96,8% до його псевдогена *SBDSP* (Wu, 2021),
виявлення СШД з допомогою NGS (секвенування наступного покоління)
ускладнене.

Тим не менше, ми розробили праймери для секвенування за
Сенгером усіх п'яти екзонів гена *SBDS*. ДНК пацієнтів була виділена
та очищена із лейкоцитів крові методом висолювання. Реакції ПЛР
проходили з використанням DreamTaq PCR MM (Thermo Scientific),
QuantumDye sequencing kit (Quantum Seq) та ПЛР-машини reqLAB,
капілярний електрофорез проходив із використанням HiDi Formamide та
SeqStudio (Applied Biosystems). Перевірка методу показала, що відбувалося
секвенування лише гена *SBDS*, але не *SBDSP*.

Нам вдалося підтвердити діагноз СШД з допомогою розробленої
методики у 5-ти дітей, а також виявити носійство СШД у всіх близьких
родичів одного з хворих дітей. У всіх хворих дітей виявили компаунд
гетерозиготу: у всіх 5-ти дітей був варіант патогенного значення

NM_016038.4:c.258+2T>C (rs113993993), у чотирьох з них був варіант патогенного значення NM_016038.4:c.183_184delinsCT (p.Lys62Ter) (rs113993991), а в іншій – варіант імовірно-патогенного значення NM_016038.4:c.673_677del.

Ми припускаємо, що фенотип СШД залежить від варіантів, представлених у гені *SBDS*. Дослідження зв'язку між генотипом та фенотипом допоможе краще зрозуміти виникнення усіх ускладнень СШД, природу захворювання, а також підбирати більш ефективне лікування. Також, вивчення особливостей частоти варіантів у нашій популяції допоможе більш ефективно, швидше та дешевше діагностувати СШД.

Крук М., Тиркус М.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОЛІМОРФНИХ ЛОКУСІВ C.454-397T/C ТА C.454-351A\G ГЕНА РЕЦЕПТОРА ЕСТРОГЕНІВ ESR1 У ЧОЛОВІКІВ ІЗ ІДОПАТИЧНИМ НЕПЛІДДЯМ

ДУ «Інститут спадкової патології НАМН України»

Україна, 79000, м. Львів, вул. Лисенка 31-а

e-mail: ma0353@ukr.net

Kruk M., Tyrkus M. MOLECULAR-GENETIC ANALYSIS OF POLYMORPHIC LOCI C.454-397T/C AND C.454-351A\G GENE ESTROGEN RECEPTOR ESR1 IN FAMILIES WITH IDIOPATHIC INFERTILITY. A molecular genetic study was conducted and the distribution of genotypes of polymorphic variants c.454-397 T>C (PvuII) and c.454-351 T>C (XbaI) of the *ESR1* gene was determined among 23 men with idiopathic infertility and 15 men with two or more children.

Непліддя є одним із серйозних викликів сучасної системи охорони здоров'я. Воно вражає приблизно 8–12% пар репродуктивного віку в усьому світі. У 40% випадків непліддя обумовлено чоловічим фактором. Окрім того, зустрічається ідіопатичне непліддя незрозумілого генезу. Ідіопатичне чоловіче непліддя відноситься до стану, коли якість сперми знижується, але точні причини не встановлені. Генетичний механізм виникнення мультифакторіальних захворювань, зокрема різних форм порушень репродуктивної функції, є найбільш складним, так як в його основі лежать різні комбінації алейних варіантів багатьох генів.

Ген *ESR1* кодує альфа рецептор гормонів естрогенів, які беруть участь в регуляції статевого розвитку, гаметогенезу. Рецептором є трансмембранний білок, С-кінець якого містить центр зв'язування з лігандом, а N-кінець містить кілька доменів, що сприяють збільшенню транскрипційної активності ряду генів. Враховуючи, що поліморфізми, які знаходяться в 1-му інтроні гена *ESR* відіграють роль у порушенні сперматогенезу, можна припустити, що ідіопатичне непліддя у чоловіків

може мати асоціацію із певною комбінацією алелів гена *ESR1*. Тому, метою даної роботи було встановити асоціацію поліморфних локусів 397 T>C та 351 A>G гена *ESR1* з порушенням сперматогенезу.

Виділення та очищення ДНК проводили методом висолювання. Ампліфікацію послідовностей ДНК *in vitro* проводили, використовуючи метод ПЛР. Для ідентифікації поліморфних варіантів гена *FSHR* застосовували метод рестрикційного аналізу. Електрофорез продуктів ПЛР проводили в 2% агарозному гелі.

Проведено молекулярно-генетичне дослідження поліморфних варіантів с.454-397 T>C (PvuII) та с.454-351 T>C (XbaI) гена *ESR1* серед 23 чоловіків з ідіопатичним непліддям та 15 чоловіків у яких двоє і більше дітей і які не мали репродуктивних порушень в анамнезі. Встановлено розподіл генотипів та алелів поліморфних варіантів с.454-397 T>C та с.454-351 T>C гена *ESR1*, проведено статистичні обрахунки. Слід зазначити, що результати щодо розподілу генотипів с.454-397 T>C (PvuII) та с.454-351 T>C (XbaI) гена *ESR1* є співмірними з даними авторів, які проводили аналіз алейного поліморфізму гена *ESR1* серед населення України.

У чоловіків генотип *ESR1* 453-397TT, який асоціюється із зниженням рухливості сперматозоїдів та зниженням рівня SHBG і лютинізуючого гормону, підвищенням рівня вільного естрадіолу і фолікулостимулюючого гормону в крові, було виявлено у 30,4% чоловіків з ідіопатичним непліддям при 20,0% в контрольній групі. Частота T алелі с.453-397T>C гена *ESR1* сягнула 52,2% при 40,0% у осіб контрольної групи.

Генотип *ESR1* с.454-351 AA(xx) виявлено у 34,8% чоловіків з ідіопатичним непліддям при 20,0% в контрольній групі. Частота A алелі с.454-351 гена *ESR1* склала 58,7% при 40,0% контрольній групі.

Отже, вірогідним чинником, який призводить до порушення сперматогенезу, може бути генотип TT поліморфного локусу с.454-397 T>C (PvuII) та генотип AA поліморфного локусу с.454-351 T>C (XbaI) гена *ESR1*.

**Кукуюн С.¹, Мушинська В.², Громико О.¹, Тістечок С.¹,
Штапенко О.³, Сирватка В.¹**

**ПРОБІОТИЧНА ДІЯ *ENTEROCOCCUS FAECIUM* SB-12
НА ОРГАНІЗМ МИШЕЙ**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Інститут біології тварин НААН, вул. Стуса 38, м. Львів, 79034, Україна

³Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська 50, м. Львів, 79010, Україна
e-mail: SOFIIA.KUKUIAN@lnu.edu.ua

¹Kukuian S., ²Mushynska V., ¹Gromyko O., ¹Tistechok S., ³Shtapenko O., ¹Syrvatka V. PROBIOTIC EFFECT OF *ENTEROCOCCUS FAECIUM*

SB-12 ON THE ORGANISM OF MICE. The aim of this study was to evaluate the probiotic properties of *Enterococcus faecium* SB-12 on the mouse organism upon their oral administration. The study of the effect of *Enterococcus faecium* strain SB-12 will allow to evaluate the probiotic properties of this strain and the possibility of its use as a possible probiotic in the food industry and agriculture.

Шлунково-кишковий тракт ссавців є метаболітно активним органом, що тісно взаємодіє з різноманітними мікроорганізмами. Бактерії роду *Enterococcus* є типовими представниками мікробіому шлунково-кишкового тракту людини та хребетних тварин (Franz et al., 2020, Bhardwaj et al., 2021), зокрема, *Enterococcus faecium* і *Enterococcus faecalis* є найпоширенішими видами, що переважають у кишечнику людини (Giraffa, 2016). Деякі штами роду *Enterococcus* використовують в якості пробіотиків, що здатні покращити мікробний баланс кишечника, а також для лікування гастроентериту у людей і тварин (Foulquie Moreno et al., 2018, Bhardwaj et al., 2020). Вивчення пробіотичних властивостей мікроорганізмів є актуальним для харчової та медичної сфери, а також для впровадження їх в тваринництво з метою покращення здоров'я сільськогосподарських тварин в контексті органічного виробництва. Метою даного дослідження була оцінка пробіотичних властивостей *Enterococcus faecium* SB-12 на організм мишей за перорального їх введення. Штам *Enterococcus faecium* SB-12 було виділеного із традиційного сиру бринзи Карпатського регіону України та виявлено його пробіотичний потенціал в попередніх дослідженнях (Slyvka et al., 2022, Mushynska et al., 2024).

Для визначення дії *Enterococcus faecium* SB-12 на організм мишей проводили пероральне введення штаму впродовж 28-ми днів з питною водою в концентрації 10^8 КУО/мл. Експеримент проводили на двох групах самок мишей по 10 в кожній, контрольні миші отримували воду без мікроорганізмів. Для *in vivo* експерименту було отримано достатню кількість мікроорганізмів, а також встановлено умови та оптимальне середовище для їх нарощування. Також було встановлено їхнє виживання у воді впродовж 7-ми днів зберігання за температури 20 °C. Для проведення генетико-біохімічних досліджень на 28-й день експерименту було проведено евтаназію всіх тварин та відібрано зразки крові, тканин та органів дослідних і контрольних тварин. Зразки печінки, серця, нирок та кишечника гомогенізували в 1М ТРІС-НСІ, рН 7,4 для отримання гомогенатів, які заморожували та зберігали при -20 °C до проведення аналізів.

В результаті встановлено, що оптимальним для нарощування *Enterococcus faecium* SB-12 є їх культивування в модифікованому середовищі MRS, рН 8,2 за температури 37 °C. впродовж 18-ти годин. Виявлено падіння кількості життєздатних клітин *Enterococcus faecium* SB-12 за їх зберігання у воді при температурі 20 °C, проте за перші 72 годин

зберігання зниження КУО було не суттєвим, що дозволяло утримувати достатню кількість мікроорганізмів впродовж цього часу в експерименті *in vivo*. Морфологічні обстеження та дослідження ваги відібраних органів, цервікального та гонадального жиру не виявили токсичної дії орального введення *Enterococcus faecium* SB-12 на організм мишей. Встановлено інтенсивність пероксидного окислення ліпідів, білків та активність ензимів антиоксидантного захисту у тканинах, а також концентрацію холестеролу (HDL та LDL), загального протеїну та глюкози в сироватці крові мишей.

Комплексна оцінка впливу *Enterococcus faecium* SB-12 на організм мишей вказує на можливість його застосування в якості пробіотичного штаму в харчовій промисловості та сільському господарстві.

Кулаківська А., Конечна Р.

КОМПЛЕКСНИЙ ШЛЯХ РЕГУЛЯЦІЇ СИНТЕЗУ ЦЕЛЮЛАЗ У НИТЧАСТИХ ГРИБІВ *TRICHODERMA REESEI*

Національний університет «Львівська політехніка»
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013, Україна
e-mail: anastasiia.kulakivska.bt.2020@lpnu.ua

Kulakivska A., Konechna R. THE COMPLEX ROUTE IN THE REGULATION OF SYNTHESIS CELLULOSE IN FILAMENTOUS FUNGI *TRICHODEMA REESEI*, *Trichoderma reesei* – filamentous fungi that produce large amounts of enzyme cellulase. The synthesis of cellulose has a complicated route. It depends on carbon and nitrogen sources (provide induction or repression of synthesis of cellulose), ions of metals (speed up Ca²⁺ signal transduction pathway), and light that influences on rhythm of fungi. However, the most crucial element in the synthesis of cellulase is transcription sites that regulate the entire process.

Trichoderma reesei – нитчастий гриб відділу *Ascomycota*, вважається надпродуцентом целюлази. Целюлаза є целюлолітичним ферментом і на сьогодні його використання зростає завдяки потребі у переробці лігноцелюлози. Шляхи синтезу целюлази є складним процесом і тільки деякі фактори регуляції є дослідженими, саме вони будуть описані нижче.

Основним фактором виробництва целюлази *T. reesei* є індукування виробництва целюлозою та її похідними олігосахаридами. Даний процес починається з трансглікозилювання целюлози β-глюкозидазою, оскільки вона не розчинна у воді і не може бути поглинена мікроорганізмами, з вивільненням целобіози або її похідної софорози, що й ініціює процес.

Також індукувати синтез може додавання лактози, що може значно знизити вартість виробництва. Поглинання лактози починається з розщеплення дисахариду β-галактозидазою BGA1 або внутрішньоклітинними β-глюкозидазами CEL1A, CEL1B на глюкозу, що репресує процес, та галактозу, що дає початок процесу.

Наступним важливим чинником у виробленні продуцентом *Trichoderma reesei* целюлази є транскрипції: всього в геномі описано на зараз близько 700 транскрипційних факторів.

Зовнішні фактори навколишнього середовища та умов ферментації впливають на підтримку мікроорганізмами гомеостазу та біоритмів. Зокрема світло регулює клітинний метаболізм і ритм: виявлено, що вилучення аденілатциклази *acy1* і цАМФ-залежної протеїнкінази *pkac1* порушує регуляцію шляху цАМФ і відповідно експресію целюлази. Джерела азоту також прямо впливають, як і джерела карбону. Транскрипційний фактор *PAC1*, отримуючи сигнали про нейтральне рН середовища, регулює виробництво ферменту (Su et al., 2021).

Кальциневрин-залежний шлях передачі сигналу і регулятор *CRZ1* є домінуючим шляхом передачі сигналів у *T. reesei*. Для пришвидшення дії та запуску дії шляху передачі було оцінено вплив декількох факторів:

- іони Mn^{2+} , використовуючи два транспортні білки *TRN084-1* *TRN084-2*, індукують підвищення цитозольного рівня Ca^{2+} і запускають передачу сигналів через Ca^{2+} -*CRZ1* (Chen et al., 2018);

- іони Sr^{2+} збільшують вміст цитозольного Ca^{2+} і транскрипцію *crz1* (Li et al., 2022);

- іони Zn^{2+} посилюють виробництво целюлази та ксилінази, шляхом покращення роботи цинкзалежного гену *plc-e*, що кодує фосфоліпазу C та є частиною кальцієвого сигнального шляху (Li et al., 2023).

Також для ефективного виробництва целюлази залучений весь шлях реалізації геному: від рибосоми, ендоплазматичного ретикулуму, апарату Гольджі до виділення позаклітинного ферменту.

Отже, синтез ферменту целюлази *Trichoderma reesei* залежить від зовнішніх факторів (джерела карбону чи азоту, іони металів тощо) та від внутрішніх факторів транскрипції.

Маркевич С., Рыбчук А., Тістечок С., Громыко О., Федоренко В.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА АНТИБІОТИЧНА АКТИВНІСТЬ ПРИРОДНИХ ІЗОЛЯТІВ РОДУ *SACCHAROPOLYSPORA*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: Solomiya.Markevych@lnu.edu.ua

Markevych S., Rybchuk A., Tistechok S. Gromyko O., Fedorenko V.
CHARACTERISTICS AND ANTIBIOTIC ACTIVITY OF NATURAL ISOLATES OF THE GENUS *SACCHAROPOLYSPORA*. Cultural and morphological features and the ability to produce biologically active substances against microbial test cultures were studied. In addition, we studied the resistance of these isolates to broad-spectrum antibiotics. Among six actinomycetes isolates of the genus *Saccharopolyspora*, three inhibited the growth of gram-positive bacteria.

Two isolates inhibited the growth of *Echerichia coli* ATCC 25922, and one was capable of inhibiting *Candida albicans* UNCSM-002.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, резистентність до антибіотиків наразі є однією з найбільших загроз глобальному здоров'ю, продовольчій безпеці та розвитку. Пошук нових антибіотиків і зміни способу їхнього використання є важливим інструментом для подолання кризи антибіотикорезистентності (De Simeis et al, 2021). Серед різних родів актиноміцетів рід *Saccharopolyspora* давно визнано потенційним джерелом антибіотиків та інших терапевтичних засобів. Макроліди, добре відомий клас антибіотиків, які є потужними інгібіторами синтезу білка та вважаються характерними вторинними метаболітами роду *Saccharopolyspora*, а еритроміцин А був першим охарактеризованим антибіотиком з *S. erythraea*. (Sayed et al, 2019).

В Колекції культур мікроорганізмів - продуцентів антибіотиків Львівського національного університету імені Івана Франка наявні шість природних ізолятів актиноміцетів роду *Saccharopolyspora* (*Saccharopolyspora* sp. Da 82-18, Da 82-21, Je 1-415, Oa 2-139, Oa 2-284 та Ya 6-233). З огляду на це, метою нашої роботи було дослідити їхні властивості та здатність продукувати біологічно активні сполуки проти мікробних тест-культур. Культурально-морфологічні особливості ізолятів роду *Saccharopolyspora* досліджували на середовищах ISP2, ISP3, ISP4, ISP5, ISP6 та ISP7. Ми виявили, що найкращим середовищем для росту природних ізолятів роду *Saccharopolyspora* є ISP2, а для утворення спор – ISP7. Крім того, ми дослідили стійкість цих ізолятів до антибіотиків широкого спектру дії. Усі досліджувані ізоляти, крім *Saccharopolyspora* sp. Ya 6-233 були стійкими до еритроміцину, що вказує на наявність в цих ізолятах елементів стійкості до подібних антибіотиків. Однак, ми не спостерігали закономірності щодо стійкості ізолятів до інших антибіотиків.

Антибіотичну активність ізолятів вивчали з використанням як тест-культури *Echerichia coli* ATCC 25922, *Bacillus subtilis* ATCC 31324, *Mycobacterium smegmatis* DSMZ43286, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 та *Candida albicans* UNCSM-002. Серед шести ізолятів три з них (Oa 2-139, Oa 2-284 та Da 82-21) пригнічували ріст грампозитивних бактерій. Крім того, ізоляти Oa 2-139 та Oa 2-284 пригнічували ріст *E. coli*, а Da 82-21 здатний пригнічувати *C. albicans*. Решта ізолятів не виявляли антибіотичної активності.

Таким чином, отримані результати вказують на перспективність досліджень природних ізолятів роду *Saccharopolyspora* як потенційного джерела біологічно активних сполук. Продовження досліджень із цими ізолятами може привести до ідентифікації нових антибіотичних сполук.

Мельник М.¹, Вальчук М.¹

ЦИТОГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ
ХРОНІЧНОЇ МІЄЛОЇДНОЇ ЛЕЙКЕМІЇ ВИЯВЛЕНІ МЕТОДОМ FISH

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів 79005, Україна

²Науковий медико-генетичний центр «ЛеоГЕН»

вул. Михайла Максимовича 7, Львів 79005, Україна

e-mail: mariamelnik465@gmail.com

Melnyk M.¹, Valchuk M.¹ CYTOGENETIC ASPECTS OF DIAGNOSTIC AND MONITORING OF CHRONIC MYELOID LEUKEMIA DISCOVERED BY THE FISH METHOD. Chronic myeloid leukemia (CML) is a myeloproliferative disease. The cytogenetic hallmark of CML is Philadelphia chromosome. The Philadelphia chromosome (Ph) resulting from translocation t(9;22)(q34;q11) is observed in more than 90% of patients with CML. The study and treatment of CML has contributed pivotal advances to medicine and cancer therapy. But the use of directed therapy for CML challenged disease monitoring during treatment. Fluorescence *in situ* hybridization (FISH) using specific DNA probes provides a useful tool for the detection of t(9;22) and BCR/ABL rearrangement. The purpose of the study was to explore the value of FISH techniques in the detection of genetic changes in CML.

Хронічна мієлоїдна лейкемія (ХМЛ) – клональне мієлопроліферативне захворювання, рак гемопоетичних стовбурових клітин, яке є найпоширенішим серед хронічних мієлопроліферативних процесів. Для ХМЛ характерна хромосома, яка утворюється внаслідок появи в стовбуровій кровотворній клітині реципрокної транслокації (9;22)(q34;q11.2). Аберацію, що утворюється при цьому називають філадельфійською (Ph-хромосома). Білок BCR/ABL є тирозинкіназою з підвищеною активністю та відіграє ключову роль у патогенезі ХМЛ. Механізми, які контролюють у нормі активність ABL-тирозинкінази, не здатні регулювати активність химерної BCR/ABL-тирозинкінази, що призводить до злоякісної трансформації стовбурової кровотворної клітини.

Головним завданням терапії ХМЛ, в основі якої є застосування препаратів цільової дії, є відновлення нормального гемопоезу та отримання повної цитогенетичної відповіді. Для моніторингу ХМЛ від етапу діагностики захворювання до тривалого утримання цитогенетичної відповіді важливими є цитогенетичні та молекулярно-генетичні методи дослідження клітин периферійної крові та/або кісткового мозку. Стандартним методом виявлення описаної хромосомної перебудови є каріотипування (GTG-дослідження). Низький мітогичний поділ патологічних клітин, може унеможливити отримання результату та робить цитогенетичне дослідження неуспішним приблизно в 10% випадків.

В таких випадках рекомендується більш чутливий аналіз – флуоресцентна гібридизація *in situ* (FISH-дослідження).

Молекулярно-цитогенетичне дослідження - FISH проведено на фіксованих клітинах периферійної крові та/або кісткового мозку у 10 пацієнтів, в яких на підставі клініко-гематологічних обстежень була підозра на ХМЛ або встановлено діагноз ХМЛ. Виконання дослідження FISH проводили за допомогою мікроскопа Motic Microscopes та програми Lucia Cytogenetics Kario FISH з використанням міток LSI BCR/ABL Dual color Cytocell. В результаті гібридизації мітки фрагмент ДНК з червоним флуорохромом приєднувався до гена *ABL* в ділянці q34 на хромосомі 9, фрагмент ДНК з зеленим флуорохромом – до гена *BCR* в локусі q11 на хромосомі 22. Таким чином, в нормальних клітинах спостерігали два червоних сигнали на обох копіях хромосоми 9 і два зелених сигнали на обох копіях хромосоми 22. В місцях утворення химерних генів *BCR/ABL* на хромосомі 22 та *ABL/BCR* на хромосомі 9 отримували сигнали жовтого кольору.

В результаті роботи у 5 випадках аналіз результатів гібридизації не виявив наявності гена *BCR/ABL* в досліджуваних клітинах. На матеріалі 3 пацієнтів, яким аналіз проводився з діагностичною метою до початку лікування, діагноз ХМЛ було підтверджено. Повна цитогенетична відповідь на терапію ХМЛ була отримана ще у 2 випадках.

Отже, обов’язковою умовою остаточного встановлення діагнозу ХМЛ є проведення молекулярно-цитогенетичного обстеження. Застосування методу FISH дозволяє не тільки виявляти ХМЛ, а й проводити постійний моніторинг перебігу захворювання та, відповідно, призначення таргетної терапії.

**Орел Д.¹, Роман І.¹, Тістечок С.¹, Сливка І.²,
Цісарик О.², Громико О.¹, Сирватка В.¹**

ФІЛОГЕНЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОЧНОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська 50, м. Львів, 79010, Україна
e-mail: DARIIA.OREL@lnu.edu.ua

Orel D.¹, Roman I.¹, Tistechok S.¹, Slyvka I.², Tsisaryk O.², Gromyko O.¹, Syrvatka V.¹ PHYLOGENETIC CHARACTERISTICS OF LACTIC ACID BACTERIA. Natural fermented milk products serve as a reservoir for new, promising strains of lactic acid bacteria (LAB). Investigating the properties and phylogenetic characteristics of various strains will facilitate the identification of optimal species for further application in the food industry. Furthermore,

this study will contribute to the existing scientific knowledge regarding the microbial diversity of lactic acid bacteria isolated from the Carpathian region of Ukraine, highlighting their potential for utilization in biotechnology.

Молочнокислі бактерії — грам-позитивні кислотостійкі мікроорганізми, що не утворюють спор та не складають монофілетичної групи. Вони поділяються на ряди *Lactobacillales*, *Clostridiales* та *Actinobacteria*. В процесі життєдіяльності утворюють молочну кислоту, як основний кінцевий продукт ферментації вуглеводів, а також здатні синтезувати пептидні бактеріоцини, що мають антибактеріальні властивості та забезпечують захист продуктів їх ферментації від інших мікроорганізмів. Молочнокислі бактерії є безпечними для споживання в їжу живими та широко використовуються у харчовій промисловості для приготування різних кисломолочних продуктів, квашення овочів, приготування тіста та заквасок. Також застосовуються в фармацевтичній промисловості через пробіотичні властивості та поширеність в організмі людини та тварин.

Актуальність роботи полягає у ідентифікації та дослідженні нових штамів молочнокислих бактерії та вивчення їхнього потенціалу у виробництві кисломолочних продуктів, або з метою використання в якості пробіотичного препарату для людей чи сільськогосподарських тварин. Важливим аспектом роботи є використання природних ізолятів виділених з традиційних харчових продуктів різних еконіш Карпатського регіону України. Метою роботи була філогенетична характеристика та дослідження мікробіологічних властивостей молочнокислих бактерій виділених з Карпатського регіону України. Для цього було встановлено їх здатність до росту на різних середовищах та підібрано оптимальні умови їх культивування.

Для роботи було використано колекцію штамів виділених співробітниками кафедри технології молока та молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького. Із 60-ти переданих ізолятів було відібрано 14 штамів (SBV 2-4, SBV 1-8, SBV 3-31, SBV 3-28, SBV 4-10, SBV 4-4, SBV 3-29, SBV 3-8, SBV-6, SBV 20, SBV 12, SBV 18, SBV 4-5 та SBV 2-5), що росли на рідкому та агаризованому середовищі TSB та MRS. Штами характеризуються різною морфологією колоній на твердому середовищі та різною швидкістю ростуть за умов глибинного культивування. Встановлено, що рН кондиційного середовища після глибинного культивування у всіх штамів було нижче 4, що вказує на продукцію молочної кислоти усіма ізолятами. Так рН кондиційного середовища штамів SBV 6, 20, 2-4 та 1-8 становив рН=4,045-4,110, тоді як SBV 4-4, 3-29, 4-5 – рН=3,870-3,982. Штами SBV 2-4, 1-8, 3-31, 3-28, 4-4, 3-29, 3-8, 6, 20, 4-5, 2-5 мають здатність рости на агаризованому середовищі за рН=8. Зі штамів SBV 2-4, 1-8, 3-31,

3-28, 4-10, 4-4, 3-29, 3-8, 6, 20, 4-5, 2-5 було виділено тотальну ДНК та ампліфіковано гени 16S РНК для їх секвенування з метою встановлення родової приналежності та побудови філогенетичних дерев.

Детальний аналіз властивостей штамів молочнокислих бактерій виділених з Карпатського регіону України вказує на суттєвий потенціал їх впровадження у виробництво кисломолочних продуктів. Подальша оцінка пробіотичних властивостей виділених штамів дозволить їхнє використання в якості препаратів для людини чи с/г тварин.

Потупа В., Гусейнова К., Волошина І.

АНТИБАКТЕРІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ZnONPS

Київський національний університет технологій та дизайну

вул. Мала Шияновська, 2, м.Київ, 01011, Україна

e-mail: vladislavapotupa@gmail.com

Potupa V., Huseinova K., Voloshyna I. ANTIBACTERIAL PROPERTIES of ZnONPs. ZnO nanoparticles (ZnONPs) possess unique properties such as semiconductivity, a wide spectrum of radiation absorption, antioxidant, antimicrobial, anticancer and anti-inflammatory properties, as well as high catalytic activity. The US Food and Drug Administration has recognized ZnO as a safe material for use in food and medical devices. Interest in ZnONPs has grown due to their small size, which promotes their reactivity, expanding their applications in electronics, optics, biomedicine, and agriculture. Studies show the potential of ZnONPs as antimicrobial agents and their effectiveness in inhibiting the growth of pathogens, indicating their possible use as an alternative to conventional antibiotics and agricultural drugs. In addition, zinc, which is contained in ZnONPs, is an important trace element for the physiological functions of the body.

Останнім часом велика увага була приділена наночасткам оксиду цинку (ZnONPs) через їх унікальні властивості. Дослідження показали, що цинк (Zn) є важливим елементом живих організмів. Тому, як прокаріоти, так і еукаріоти, використовуються для виробництва ZnONPs за допомогою мікробних клітин або ферментів, білків та інших біомолекул. ZnONPs мають антимікробні властивості, проте їх характеристики залежать від розміру та форми, що робить їх унікальними для різних цілей. Оптимальний розмір і форму наночасток (НЧ) можна досягти шляхом оптимізації умов синтезу. Існують різні хімічні та фізичні методи синтезу ZnONPs, проте вони дорогі та недостатньо екологічні. Тому з'явився зелений синтез ZnONPs за допомогою мікроорганізмів та рослинних екстрактів, що є більш екологічно чистим і безпечним. Із появою мультирезистентних штамів ZnONPs стали потенційними антимікробними агентами, завдяки їх властивостям боротьби з широким спектром патогенних мікроорганізмів.

Металеві наночастки оксиду цинку володіють фотоокислювальною та фотокаталітичною активністю, що робить їх ефективними в

антибактеріальному та протигрибковому застосуванні. Унікальні характеристики НЧ включаючи їх малі розміри, велику поверхню, склад і морфологію, дозволяють їм взаємодіяти з поверхнею бактеріальної клітини і проникати в її ядро, використовуючи бактерицидні механізми. Відмінною рисою неорганічних антибактеріальних властивостей НЧ є їхня здатність витримувати екстремальні умови та високі температури порівняно з органічними матеріалами. Синтез ZnONPs мікробами може бути перспективним для створення потенційних антимікробних засобів, оскільки деякі бактерії виробляють сполуки, такі як бактеріоцини, які мають антимікробну активність. Бактеріоцини, які синтезують мікроби, можуть використовуватися для синтезу металевих НЧ, а також взаємодіяти з їх поверхнею, що зміцнює антимікробну дію. Однак досліджень щодо використання біологічно синтезованих ZnONPs у тваринництві досить мало, що може бути пов'язано з обмеженнями на їх масове виробництво для широкого застосування. ZnONPs проявляють ефективність проти широкого спектру бактерій, включаючи як грампозитивні (наприклад, *Staphylococcus aureus*), так і грамнегативні (наприклад, *Klebsiella aerogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) бактерії. Можливий опосередкований синтез ZnONPs мікроорганізмами, що може використовуватися для створення антимікробних засобів.

Отже, ZnONPs виявили потенціал як ефективні антибактеріальні агенти, особливо в контексті зростання стійкості мікробів до традиційних антибіотиків та інших антимікробних засобів. Використання зеленого синтезу для їх виробництва з рослинних екстрактів може підсилити їх антимікробні властивості порівняно з традиційним хімічним синтезом. Такі наночастки можуть виявити значну активність, перевищуючи дію антибіотиків та бактерицидів, що робить їх перспективними для боротьби з антибіотикорезистентними мікроорганізмами.

Рибчук А., Тістечок С., Громико О., Федоренко В.

АНАЛІЗ ГЕНОМА ШТАМУ АКТИНОМІЦЕТІВ

***ACTINORECTISPORA* SP. JE 1-571**

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

e-mail: ARTUR.RYBCHUK@lnu.edu.ua

Rybchuk A., Tistechok S., Gromyko O., Fedorenko V. GENOME ANALYSIS OF THE ACTINOMYCETE STRAIN *ACTINORECTISPORA* SP. JE 1-571. The genome of a representative of the genus *Actinorectispora*, namely *Actinorectispora* sp. Je 1-571, was sequenced for the first time. The genome was found to comprise 7,180,096 base pairs with a G+C content of 69.8%. It contains 6,512 protein-coding sequences. Analysis using the antiSMASH tool revealed the presence of 33 gene clusters potentially involved in the biosynthesis of secondary metabolites.

Здатність патогенних мікроорганізмів набувати стійкості до антибіотиків є однією з глобальних проблем людства. Одним зі способів протидії цьому є відкриття нових природних сполук та розроблення на їхній основі препаратів із антибіотичною дією. Актиноміцети – визнані продуценти антибіотичних сполук, основними серед яких є представники роду *Streptomyces*. Проте, сьогодні все частіше в центрі уваги перебувають актиноміцети рідкісних родів.

Попередні наші дослідження актиноміцетних ізолятів ризосферного ґрунту *Juniperus excelsa* (М.-Вієб.) привели до виділення ізоляту Je 1-571 (Tistechok et al, 2023). За даними філогенетичного аналізу послідовності гена 16S рРНК, ізолят Je 1-571 афілійовано до роду *Actinorectispora*. Цей рід актиноміцетів відкритий у 2016 році і налічує всього два описані види: *A. indica* (Quadri et al, 2016) та *A. metalli* (Cao et al, 2018). Однак, сьогодні, немає жодних даних про їхній генетичний та біосинтетичний потенціал. З огляду на це, метою нашої роботи було здійснити секвенування та аналіз генома *Actinorectispora* sp. Je 1-571. Геном секвенований з використанням Illumina MySeq в режимі швидкого запуску (2×250 нт) з парною відстанню 500 п.н. Кільцева хромосома *Actinorectispora* sp. Je 1-571 має розмір 7 180 096 п.н. із вмістом Г+Ц 69.8%. Анотація генома цього ізоляту дозволила ідентифікувати 6512 ймовірні кодуючі послідовності, серед них ідентифіковано два кластери генів рРНК, кожен з яких є повтором із генів, що кодують 5S, 16S та 23S рРНК, та 60 генів тРНК. Виявлено п'ять генів, що відповідають за стійкість до антибіотиків. В результаті функціональної анотації генома в програмі BlastKOALA (Kanehisa et al, 2016) ми ідентифікували 2267 із 6512 ймовірних кодуючих послідовностей *Actinorectispora* sp. Je 1-571. Серед них найбільше генів задіяні в передачі та сприйнятті сигналів, метаболізмі вуглеводів, амінокислот, вітамінів та процесингу генетичної інформації. Також за допомогою інструменту antiSMASH 7.0 (Blin et al, 2023) ми ідентифікували 33 потенційні кластери генів біосинтезу вторинних метаболітів. Серед них п'ять кластерів нерибосомальних пептидсинтаз, три кластери, що відповідають полікетидсинтазам I типу, чотири кластери терпенів та два кластери синтезу сидерофорів. Ми виявили, що в геномі штаму Je 1-571 є кластери біосинтезу екстоїну (100% подібності з кластером BGC0002052), цитрулазину (100% подібності з кластером BGC0001550), гідроксиаргінін етилендіамінбурштинової кислоти (100% подібності з кластером BGC0001587), геосміну (100% подібності з кластером BGC0001181) та мірубактину (78% подібності з кластером BGC0000392). В той же час, більшість ідентифікованих кластерів мають низький відсоток гомології до раніше описаних, що може вказувати на потенційну новизну метаболітів, які вони кодують.

Отже, вперше секвеновано та анотовано геном представника рідкісного роду актиноміцетів *Actinorectispora* sp. Je 1-571. Аналіз генома

вказує на значний біосинтетичний потенціал штаму Je-571, в т.ч. як продуцента потенційно нових біологічно активних сполук.

Романов С., Лизак О., Сибірний А., Дмитрук К.

**ТРАНСКРИПЦІЙНИЙ ФАКТОР SEF1 АКТИВУЄ ЕКСПРЕСІЮ
СТРУКТУРНИХ ГЕНІВ БІОСИНТЕЗУ РИБОФЛАВІНУ У
ФЛАВІНОГЕННИХ ДРІЖДЖІВ *CANDIDA FAMATA***

*Інститут біології клітини НАН України
вул. Драгоманова, 14/16, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: sergij8romchuk@gmail.com*

Romanov S., Lyzak O., Sibirny A., Dmytruk K. THE TRANSCRIPTION FACTOR SEF1 ACTIVATES THE EXPRESSION OF STRUCTURAL GENES OF RIBOFLAVIN BIOSYNTHESIS IN THE FLAVINOGENIC YEAST *CANDIDA FAMATA*. Riboflavin (RF) is a yellow water-soluble compound. It is a precursor for flavin coenzymes FAD and FMN. Biosynthetic pathway of RF is well established, however, mechanisms for regulation in flavinogenic yeasts remain to be elucidated. It has been shown that transcriptional activator Sef1 is involved in regulation of RF biosynthesis. In the present study, we investigated the interaction between the transcriptional activator Sef1 and the promoters of structural genes of the RF biosynthesis pathway of the flavinogenic yeast *Candida famata*, utilizing the monohybrid system of *Saccharomyces cerevisiae*.

Рибофлавін (РФ, вітамін В2) – жовта, водорозчинна сполука, що є одним із найважливіших вітамінів для тварин та людини. РФ є попередником флавінових коферментів ФАД та ФМН, які беруть участь у численних окисно-відновних реакціях метаболізму. Вже тривалий час вітамін В2 виробляють біотехнологічно у промислових масштабах, використовуючи різноманітні мікроорганізми: бактерії *Bacillus subtilis*, гриби роду *Ashbya*, дріжджі *Candida famata* (Аббас та Сибірний, 2011).

Хоча метаболічний шлях біосинтезу РФ у різних видів дріжджів добре вивчений, його регуляція є відома лише в загальних рисах. Sef1, транскрипційний фактор з родини білків з бінуклеарним цинковим кластером Zn(II)₂Cys₆, посідає центральне місце у регуляції біосинтезу РФ у дріжджів *C. famata*. Він позитивно регулює біосинтез рибофлавіну і індукується за умов дефіциту Феруму в середовищі. Якщо ген *SEF1* мутовано, дріжджі втрачають здатність синтезувати РФ навіть за умов дефіциту Феруму (Дмитрук, 2006).

Детальний механізм і цільові структурні гени регуляції Sef1 залишаються не з'ясованими. Для вирішення цієї проблеми нами було сконструйовано моногібридну систему з використанням дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, у яких біосинтез рибофлавіну не регулюється

Ферумом. У геном дріжджів було введено дві касети: перша містить репортерний ген *LAC4 Kluyveromyces lactis*, який кодує β-галактозидазу, під контролем різних промоторів структурних генів біосинтезу РФ (*RIB*-промотори); друга - несе ген *SEF1* під контролем *GAL1*-промотора, що активується галактозою. Штами *S. cerevisiae*, що містять обидві плазмід, культивували на середовищі з глюкозою чи галактозою та визначали активність β-галактозидази. На середовищі з галактозою буде індукуватись експресія *SEF1*, і, якщо *Sef1* взаємодіє з певним *RIB*-промотором, то буде спостерігатись зростання активності β-галактозидази порівняно з рівнем активності на середовищі з глюкозою.

Отримані результати свідчать про те, що *Sef1*, безпосередньо зв'язується і активує промотор гена *RIB1*. Більш того, було ідентифіковано сайт зв'язування *Sef1* в межах промотора гена *RIB1* з використанням вкорочених версій цього промотора – TAAAAATCCGAACCCCGG, так як зміна чи делеція цього сайту веде до втрати рівня активності β-галактозидази. Окрім *RIB1*, *Sef1* також активує промотори генів *RIB3*, *RIB6*, *RIB7*, проте активність β-галактозидази при цьому становила 50%, 73% та 22% від активності β-галактозидази, визначеної за активації промотора гена *RIB1*. *Sef1* безпосередньо не взаємодіє з промоторами генів *RIB2* та *RIB5*.

Руденко В., Остап Б.

АНАЛІЗ РІЗНОМАНІТНОСТІ БІЛКІВ ТРАНСЛОКАЗ TRAB ТА ЇХНІХ ЦИС-ДІЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ *CLT/CLC* У АКТИНОМІЦЕТІВ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: viktoriiarudenko22@gmail.com*

Rudenko V., Ostash B. ANALYSIS OF THE DIVERSITY OF TRAB TRANSLOCASES AND THEIR CIS-ACTING SITES *CLT/CLC* IN ACTINOMYCETES. The FtsK-like DNA translocase TraB enables a unique mode of conjugative transfer of plasmid and chromosomal DNA in actinomycetes. Specifically, by recognising a specific repetitive sequence, *clt/clc*, TraB, single-handedly, transfers the DNA molecule from the donor to the recipient. Little is known about the distribution of TraB and *clt/clc* in current genomic databases. Using a limited dataset of 36 actinomycete (mainly streptomycete) genomes, we show that they harbor numerous *clc* sites for different TraB proteins, although their distribution does not obey simple logic of speciation or conservation within orthologs. Some of the *clc* are extremely widespread across genomes (e.g., ones for plasmid pIJ101), while others are rare or even absent. In line with the latter result, homologs of TraB from pIJ101, are also an abundant gene family, although their exact function and relevance for conjugation needs to be verified experimentally. Hence, the diversity and role of conjugative processes in actinomycetes is underappreciated and deserves a deeper scrutiny.

Кон'югація – основний шлях передачі генетичного матеріалу, який є однією із рушійних сил в еволюції геномів бактерій. Кон'югативне перенесення плазміди між представниками Грам-позитивного класу *Actinomycetes* (актиноміцети), у першу чергу для видів роду *Streptomyces*, забезпечується одним білком – FtsK-подібним ДНК-транслокатором TraB. Білок транслюкує плазмідну ДНК, розпізнаючи прямі повтори довжиною 8 п.н., які розташовані у специфічній ділянці плазміди, *clt*. Білки TraB різного походження (з різних плазмід) розпізнають дещо відмінні *clt*. Хромосомні маркери також мобілізуються шляхом розпізнавання *clt*-подібних послідовностей, *clc*, які, як вважають на основі дослідження *S. coelicolor* A3(2), випадково розподілені уздовж хромосом *Streptomyces* (Thoma, 2015). Сьогодні немає докладного розуміння того, наскільки поширені гени *traB* у секвенованому масиві геномів актиноміцетів, і як часто в них трапляються послідовності *clc* для різних плазмід. Метою цієї роботи став пошук відповіді на ці питання за допомогою біоінформатичних методів.

Створено масив із 36 геномів різних видів роду *Streptomyces*, з яких 9 – штами одного виду, *Streptomyces venezuelae* (ATCC 10595, ATCC 10712, ATCC 15068, ATCC 21018, ATCC 14583, ATCC 14584, ATCC 14585, ATCC 21113, ATCC 21782). Кількість *clc*, які виявляли за допомогою онлайн-застосунку PatScan (Dsouza, 1997), сильно варіювала залежно від генома і від типу TraB, для якого вони специфічні. Найбільша кількість *clc* знайдена для плазміди рIJ101, найменша – для рJV1 та рSG2. Нами не виявлено суттєво вищої консервативності розташування *clc* у геномах штамів *S. venezuelae* порівняно з геномами різних видів стрептоміцетів. Сайти *clc* для стрептоміцетних плазмід також виявили у філогенетично віддалених геномах *Actinoplanes*, для яких наявність кон'югативних плазмід наразі не описана. Програма попарного вирівнювання послідовностей BLASTP, при використанні кількох модельних білків TraB як запиту, привела до ідентифікації близько 500 різних білків-гомологів. Це більше ніж на порядок перевищує кількість описаних *traB*-вмісних плазмід, і вказує на недооцінення поширеності кон'югативних процесів серед актиноміцетів.

Семко Я., Голуб Н.

ПРЕІМПЛАНТАЦІЙНА ГЕНЕТИЧНА ДІАГНОСТИКА
ЕМБРІОНІВ МЕТОДОМ NGS

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: semkoyaryna@gmail.com

Semko Y., Holub N. PREIMPLANTATION GENETIC DIAGNOSTICS OF THE EMBRYOS BY NGS. Aneuploidies are one of the most important causes of pregnancy failure and termination, developmental defects or death of infants. The aim of our work was to detect possible aneuploidies by NGS in em-

bryos of women of two age groups – under 35 and over 35 years old – who underwent IVF. A total 261 embryos were tested. In the first age group 46,5% of the embryos were euploid and 53,4% were aneuploid. In the second group 38,2 % of embryos were euploid and 62,7 % were aneuploid. Among all registered abnormalities monosomy on chromosome 16 as well as deletion and duplication of the long arm of chromosome 22 were the most common. Thus our results demonstrate that the rate of embryo with aneuploidy increases with the age of a woman and suggest that NGS-based preimplantation genetic diagnostics is a reliable method for routine embryo screening.

Анеуплоїдії та хромосомні перебудови у плода є однією з найважливіших причин ненастання вагітності, виникнення вад розвитку, переривання вагітності або смерті немовлят. Анеуплоїдії здебільшого виникають через помилки в сегрегації хромосом під час проходження мейозу у жінок; мейоз у чоловіків рідко є причиною ембріональних анеуплоїдій. Преімплантаційне генетичне тестування методом NGS (секвенування наступного покоління) дозволяє визначити кількість хромосом у кожному зразку біопсії ембріона. Це має багато переваг: зниження ризику викидня, високий рівень виявлення (98%) генетичних аномалій, збільшення частоти вагітності, зменшення кількості циклів ЕКЗ (екстракорпорального запліднення), необхідних для досягнення вагітності.

Метою нашої роботи було виявлення можливих анеуплоїдій методом NGS у ембріонів жінок двох вікових груп – до 35-ти та після 35-ти років, які проходили процедуру ЕКЗ у клініці «Паренс Україна» з лютого 2023-го року по березень 2024-го року. Середній вік усіх жінок, які брали участь у ЕКЗ, становив 35,15 років із діапазоном від 25 до 47 років. Генетичне тестування методом NGS проводили лише у ембріонів хорошої якості.

За досліджуваний період у клініку до репродуктолога звернулося понад 700 пар, 328 парам було проведено процедуру ЕКЗ. Загалом було проведено 79 циклів ЕКЗ з преімплантаційною діагностикою ембріонів. Біопсію клітин трофактодерми на 5-й день культивування проведено на 261 ембріоні. З них 107 ембріонів (40,9%) виявилися еуплоїдними і, отже, рекомендовані для перенесення в порожнину матки. 154 ембріони (59%) виявилися анеуплоїдними і не рекомендованими до ембріотрансферу в порожнину матки. Крім того, було досліджено кількість еуплоїдій та анеуплоїдій залежно від віку жінку: до 35-ти років та старше 35 років. Кількість жінок було у першій групі становило 23 пацієнтки, кількість пацієнток другої групи становило 52. У першій віковій групі із 86 ембріонів 40 (46,5%) були еуплоїдними, а 46 (53,4%) – анеуплоїдними. У другій групі із 175 ембріонів 67 (38,2%) були еуплоїдними, а 108 (61,7%) – анеуплоїдними. Крім того, наші дослідження показали, що серед усіх зареєстрованих аномалій у двох вікових груп найчастіше була виявлено моносомію за 16-ю хромосоמוю, а також делецію та дуплікацію довгого плеча 22 хромосоми.

Отже, отримані нами результати показують, що з віком жінки показник анеуплоїдії ембріона зростає і дають підстави стверджувати, що преімплантаційна генетична діагностика на основі NGS є надійним методом для рутинного скринінгу ембріонів, особливо для пар, які страждають від повторних викиднів або невідлогого трансферу ембріонів.

Смерик Ю., Федоренко В., Сирватка В.

**ВЗАЄМОДІЯ БАКТЕРІЙ РОДУ *AMYCOLATOPSIS*
З РІДКОЗЕМЕЛЬНИМИ МЕТАЛАМИ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: YURI.SMERYK@lnu.edu.ua*

Smeryk Y., Fedorenko V., Syrvatka V. INTERACTION OF BACTERIA OF THE GENUS *AMYCOLATOPSIS* WITH RARE EARTH METALS. An analysis method based on Arsenazo III was developed, which allows detecting the concentration of rare earth metals in biological samples in a wide range of concentrations. *Amycolatopsis* Lv 42-5 and Lv 1-666 were tested for resistance to various metal ions, which did not reveal an inhibitory effect on bacterial growth.

Бактерії роду *Amycolatopsis* характеризуються здатністю продукувати різноманітні біоактивні сполуки, зокрема, антибіотики, ензими, біополімери, антиоксиданти та інші вторинні метаболіти, а також володіють біотехнологічним потенціалом в біоремедіації ґрунтів. Наші дослідження фокусуються на взаємодії рідкоземельних металів (РЗМ) з мікроорганізмами та розробці методів контролю таких взаємодій в контексті зростаючих політичних, технологічних та екологічних викликів, що виникають через монополізацію виробництва цих елементів та їх застосування. Рідкоземельні метали, такі як La, Sc, Gd, Y, Ce відіграють ключову роль у багатьох високотехнологічних галузях, зокрема, в оптичній, електронній, авіаційній, автомобільній та інших сферах. Метою роботи було розробка методу визначення концентрації рідкоземельних металів в біологічних зразках бактеріального кондиційного середовища, а також вивчення взаємодії РЗМ із бактеріями роду *Amycolatopsis*.

Для швидкого, специфічного та чутливого визначення вмісту РЗЕ в різних культуральних середовищах було адаптовано метод на основі барвника Arsenazo III. Принцип методу полягає в утворення комплексу Arsenazo III з РЗМ в цитратному буфері з оптимальним рН. Калібрування проводили з використанням різних концентрацій РЗМ у деіонізованій воді та біологічних розчинах. Утворення комплексу детектували спектрофотометрично при довжині хвилі 650 нм. Оцінювали лінійність кривих калібрування та межі визначення концентрації РЗМ у зразках.

Для вивчення взаємодії РЗМ із бактеріями проведено дослідження здатності різних штамів роду *Amycolatopsis* Lv 9, Lv 21, Lv 25, Lv 38, Lv

40, Lv 41, Lv 42, Lv 43, Lv 44, Lv 47, Lv 49, Lv 57, Lv 64, Lv 89 та Lv 98 продукувати сидерофори, що здатні зв'язувати La, Sc, Gd, Y та Ce. Також встановили стійкість *Amycolatopsis* Lv 42-5 та Lv 1-666 до дії солей рідкоземельних металів $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sc}(\text{NO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ce}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Gd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Для цього штамми Lv 42-5 та Lv 1-666 культивували в рідкому мінімальному середовищі з концентраціями РЗМ 10-100 мкМ за температури 28 °С впродовж 6-ти днів. Кількість життєздатних клітин підраховували методом розведень та посіву на тверде вісянє середовище для підрахунку КУО в 1 мл.

В результаті проведеного аналізу встановили, що межі виявлення La, Gd, Y та Ce в деіонізованій воді становили від 0,1 до 1000 мкМ. В біологічних зразках межі виявлення досліджуваних РЗМ були вужчими та становили 1-100 мкМ. За результатами тесту, жоден з РЗМ не виявив інгібуючої дії на ріст бактерій *Amycolatopsis* Lv 42-5 та Lv 1-666 в концентраціях 10-100 мкМ впродовж 6-ти днів культивування.

Модифікований метод визначення концентрації РЗМ є корисним інструментом для рутинного моніторингу їх вмісту під час росту бактерій без необхідності використання спеціалізованого аналітичного обладнання. Взаємодія рідкоземельних металів з бактеріями має значення для їх використання з метою отримання, розділення та очистки РЗМ. Розуміння цих взаємодій сприяє розвитку нових матеріалів та технологій на основі рідкоземельних металів, забезпечуючи нові можливості у різних галузях електроніки, медицини та енергетики.

Смоленська А.¹, Шиманська І.², Матійців Н.^{1,2}, Макух Г.^{1,2}

**ГЕНОТИПУВАННЯ ГАПЛОГРУПИ 4QA161 СЕРЕД ОСІБ З
КЛІНІЧНИМИ ОЗНАКАМИ ЛИЦЕ-ЛОПАТКОВОЇ М'ЯЗОВОЇ
ДИСТРОФІЇ (FSHD)**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²НГМДЦ «ЛеоГен»

вул. М. Максимовича, 7-г., м. Львів, 79031, Україна

e-mail: smolenskaj1907@gmail.com

Smolenska A., Shymanska I., Matiytsiv N., Makukh H. GENOTYPING OF HAPLOGROUP 4QA161 IN INDIVIDUALS WITH CLINICAL SIGNS OF FACIAL-SCAPULAR MUSCULAR DYSTROPHY (FSHD). Genotyping of 4QA161 in patients with facial-scapular muscular dystrophy is aimed at identifying the connection between this haplogroup and the diseases. We used specific PCR for testing with following DNA sequencing by the Sanger method. The result of the study is the establishment of a high frequency of the haplogroup 4QA161 in FSHD.

Лице-лопаткова м'язова дистрофія (FSHD) є аутомосно-домінантним захворюванням, що спричинене порушенням конденсації гена DUX4,

білковий продукт якого є токсичним для скелетних м'язів. Дана патологія є третя за поширеністю форма спадкової міопії. Захворювання розвивається внаслідок зменшення кількості повторів D4Z4, що пов'язують з присутність гаплогрупи 4qA161.

Мета роботи – провести генотипування гаплогрупи 4qA161 серед осіб з клінічними ознаками FSHD.

Матеріалом для дослідження була ДНК осіб з симптомами FSHD та ДНК здорових осіб, отримана з лейкоцитів периферійної крові методом висолювання. Генотипування проводили методом ПЛР з подальшим аналізом в 2% агарозному гелі з використанням ендонуклеаз рестрикції Hpy188 I, Hpy188 III та прямим секвенуванням за Сенгером, з використанням набору BigDye Terminator v3.1. та капілярного секвенатора SeqStudio.

У результаті генотипування встановлено, що у 4/5 осіб з симптомами FSHD присутня гаплогрупа 4qA161, що становить 80%. Поширеність даної гаплогрупи серед здорових осіб становить 30% (3/10), що співпадає з даними літератури. Валідацію методу проводили методом секвенування за Сенгером. Даний метод є специфічним та точним для детекції гаплогрупи 4qA161. У однієї особи з клінічними ознаками FSHD даної гаплогрупи виявлено не було, що може вказувати на іншу причину захворювання.

Як висновок, встановлено високу частоту гаплогрупи 4qA161 (4/5, 80%) серед осіб з ознаками FSHD. Даний метод є специфічним та точним для детекції даної гаплогрупи.

Собечко С.-Т.^{1,2}, Шиманська І.², Матійців Н.^{1,2}, Макух Г.^{1,2}

**РОЗРОБКА АЛЬТЕРНАТИВНОЇ МЕТОДИКИ ВИЯВЛЕННЯ
МУТАЦІЇ *BRCA1* 3819del**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²НГМДЦ «ЛеоГен»

вул. М. Максимовича, 7-г., м. Львів, 79031, Україна

e-mail: solomiasobechko@gmail.com

Sobechko S.-T.^{1,2}, Shymanska I.², Matiytsiv N.^{1,2}, Makukh H.^{1,2} DEVELOPMENT OF AN ALTERNATIVE METHOD OF *BRCA1* 3819del MUTATION DETECTION. Breast cancer is the second most common malignant disease with an incidence rate of more than 1.5 million new cases per year. Mutations in the *BRCA1* gene cause a higher risk of developing breast cancer. In the Ukrainian population, there are 8 major mutations, including *BRCA1* c.3819_3823delGTAAA (rs80357609). During this study was developed a method for PCR analyzing of *BRCA1* c.3819_3823del mutation and analyzing of 100 patients was performed.

Рак молочної залози є другим за поширеністю раком та найпоширенішою злоякісною пухлиною серед жінок із показником захворюваності понад 1,5 мільйона нових випадків на рік. Мутації в гені

BRCA1 створюють ризик розвитку раку молочної залози у віці до 80 років у понад 72% випадків, а наявність мутацій в *BRCA2* – приблизно у 69% випадків. Для раку яєчників ризик до 80 років становив 44% для *BRCA1* та 17% для *BRCA2*. Досліджено, що мутації в цих генах успадковуються за аутосомно-домінантним типом та можуть проявлятися у кожному поколінні (Karoline B Kuchenbaecker, 2017). Крім цього, наявність патогенних мутацій можуть збільшувати ризик розвитку онкозахворювань передміхурової залози (Gorodetska I., 2019), підшлункової залози, шлунку (Cavanagh H., 2015) та анемія Фанконі (Murthy P., 2019).

В українській когорті виділяють 8 мажорних мутацій (характерних для країн Східної Європи), а саме в *BRCA1* с.5266dupC (p.Q1756fs), с.181T>G (p.C61G), с.68_69del (p.E23f), с.1961delA (p.Lys654Sefs), с.3752_3755GTCT (p.Ser1253fs), с.3819_3823delGTAАА, с.4035del (p.Glu1346fs) та *BRCA2* с.5946delT (p.Ser1982Argfs). Для їх детекції застосовують комерційний набір для полімеразної ланцюгової реакції в режимі реального часу (qPCR).

Метою роботи було розробити альтернативну методику виявлення мажорної мутації гена *BRCA1* с.3819_3823delGTAАА.

В дослідну групу увійшли 100 пацієнтів скерованих для виявлення мутацій в генах *BRCA1* і *BRCA2*.

ДНК виділяли з лейкоцитів периферичної крові методом висолювання. Ампліфікацію послідовностей ДНК *in vitro* проводили методом ПЛР. Продукти ампліфікації аналізували за допомогою електрофорезу у 10% поліакриламідному (ПААГ) гелі, з додаванням бромистого етидію.

В результаті проведених досліджень було підібрано олігонуклеотидні праймери, синтезовані фірмою «Genomed» (Польща), під температури плавлення праймерів було налаштовану ампліфікаційну послідовність, аналіз продуктів ПЛР здійснювали за допомогою електрофорезу у 10% ПААГ з додаванням бромистого етидію. При аналізі 100 пацієнтів не було виявлено мутації с.3819_3823del в гені *BRCA1*.

В подальшому необхідно розробити альтернативну методику для виявлення інших мажорних мутацій у гені *BRCA1* та розширити вибірку для їх аналізу.

Тищенко О.^{1,2}, Матійців Н.², Тиркус М.^{1,3}, Макух Г.¹

**ЧАСТОТА ПАТОГЕННИХ ВАРІАНТІВ ГЕНА *TRBM*
СЕРЕД ПРАКТИЧНО ЗДОРОВИХ ОСІБ**

¹Науковий медико-генетичний центр «ЛеоГен»
вул. Максимовича, 7г, м. Львів, 79058, Україна

²Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

³ДУ «Інститут спадкової патології НАМН України»
e-mail: oksana.v.tyshchenko@gmail.com

**Tyshchenko O., Matiysiv N., Tyrkus M., Makukh H. FREQUENCY
OF PATHOGENIC *CFTR* GENE VARIANTS AMONG HEALTHY POPU-**

LATION OF UKRAINE. Cystic fibrosis is a common genetic disease, with a frequency of 1:2500-4000 newborns. The frequency of cystic fibrosis alleles among the healthy population was determined. A study was conducted on 1532 healthy individuals. Among them, 75 pathogenic variant carriers were found. The frequency of the F508del (c.1521_1523delCTT) allele is 0.017, 2184insA (c.2052_2053insA) - 0.0039, and N1303K (C.3909C>G) - 0.0013.

Муковісцидоз - це аутосомно-рецесивне генетичне захворювання, спричинене мутаціями гена регулятора трансмембранного білка муковісцидозу (*ТРБМ*), який впливає на функцію білка іонного каналу, розташованого на апікальній мембрані епітелію та транспортує іони хлориду в клітини та з них. Ген *ТРБМ* складається з 27 екзонів, що охоплює 230 т.п.н., розташований на довгому плечі 7 хромосоми. На сьогоднішній день відомо понад 2000 варіантів гена *ТРБМ*, з них понад 700 вважаються патогенними і їх частота варіює в різних популяціях та етнічних групах. Муковісцидоз є найпоширенішим генетичним захворюванням європейського населення, що вражає 1:2500 новонароджених (Uwe W. Fass 2014). Варіант F508del (c.1521_1523delCTT) є найчастішим варіантом, що відповідає за розвиток захворювання.

ДНК виділяли з лейкоцитів периферичної крові методом висолювання. Ампліфікацію послідовностей ДНК *in vitro* проводили методом ПЛР з подальшим рестрикційним аналізом за допомогою специфічних ендонуклеаз (Thermo scientific, США). Продукти ампліфікації і рестрикції аналізували за допомогою електрофорезу у 2% агарозному гелі або у 8% поліакриамідному гелі, з додаванням бромистого етидію.

Групу дослідів склали 1532 здорових особи з різних регіонів України від 0 до 57 років, які звернулися для проведення генетичного аналізу і не мали класичного фенотипу муковісцидозу. Серед групи було виявлено 75 носіїв патогенних варіантів гена *ТРБМ*. Отже, частота носійства патогенних варіантів муковісцидозу складає 1:20. Була встановлена частота алелю F508del (c.1521_1523delCTT) 0,017. Другим та третім за частотою носійства є варіанти 2184insA (c.2052_2053insA) - 0,0039 та N1303K (C.3909C>G) - 0,0013, що в сумі складає 0,02. Базуючись на даних ECFSPR (Європейського реєстру муковісцидозу) встановлено, що сумарно частка цих патогенних варіантів серед хворих на муковісцидоз з України складає 70,1%. Згідно з даними скринінгу новонароджених на муковісцидоз за попередні роки частота виявлення новонароджених з муковісцидозом варіювала від 1:5900 до 1:7800, що вказує на частоту гетерозиготного носійства в межах 1:38 – 1:44. Вдвічі вищу частоту виявлення патогенних варіантів у досліджуваній вибірці можна пояснити наявністю в ній більшої частки представників родин пацієнтів з муковісцидозом. Припускаємо, що саме вони частіше звертаються для проведення генетичного тестування

гена *TRBM*. Для отримання додаткових даних, доцільним є визначення частоти гетерозиготного носійства у загальній вибірці новонароджених та/або донорів крові.

Аналіз розповсюдженості ключових патогенних варіантів, зокрема F508del (с.1521_1523delCTT), також сприяє гармонізації з міжнародними даними, дозволяючи розробляти глобальні стратегії лікування пацієнтів з муковісцидозом.

Хильчук О., Роман І., Громико О., Федоренко В.

СКРИНІНГ АНТАРКТИЧНИХ АКТИНОМІЦЕТІВ З ПОТЕНЦІЙНИМИ ФІТОСТИМУЛЮВАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: Oleksandr.khylchuk@lnu.edu.ua*

Khylchuk O., Roman I., Gromyko O., Fedorenko V. SCREENING OF ANTARCTIC ACTINOMYCETES WITH POTENTIAL PHYTO-STIMULATING PROPERTIES. One hundred isolates of actinomycetes isolated from the rhizosphere of *Deschampsia antarctica* (Antarctica) were used in this study. The taxonomic position was determined by analysing the nucleotide sequence of the 16s rRNA gene. The PCR products were sequenced by the Sanger method. Among the studied isolates, producers of siderophores affiliated to Fe, Cu, Ni, Zinc or Mn were identified. In addition, 21% of the isolates solubilized insoluble forms of P, and Zn. Also, 13 isolates combined the ability to produce siderophores, as well as solubilized insoluble forms of Zn and P. The selected strains will become the basis for studying the role of Antarctic actinomycetes on plants under cold stress.

Актиноміцети є важливою частиною ризосферного мікробіому. Здатність синтезувати фітогормони та покращувати мінеральне живлення рослин дозволяє розглядати їх як потенційних фітостимуляторів. Одним з викликів на території України стали різкі зниження температури, особливо у весняний період. Використання антарктичних бактерій для захисту рослин від стресу є об'єктом зацікавлення в сучасній науковій спільноті. Ці мікроорганізми виявляють унікальні адаптаційні властивості до екстремальних умов антарктичного середовища, які можуть бути корисними у розробленні мікробних біопрепаратів для підвищення стійкості сільськогосподарських рослин до холодного стресу (Rihan et al., 2017).

У роботі використано сто ізолятів актиноміцетів, отриманих з Колекції культур мікроорганізмів–продуцентів антибіотиків Львівського національного університету імені Івана Франка, які були виділені з ризосфери *Deschampsia antarctica* (острів Галіндез, Антарктика). Здатність солубілізувати нерозчинні форми Фосфору та Цинку визначали на

мінімальному середовищі з додаванням $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Tirry et al., 2018) або ZnO (Bhakat et al., 2021). Продукування сидерофорів визначали за допомогою модифікованого методу з використанням *chrome azurol S* методу та йонів Феруму, Нікелю, Купруму Мангану чи Цинку (Milagres et al., 1999). Таксономічне положення природних ізолятів визначали за аналізом нуклеотидної послідовності гену *16s rRNA*. Отримані ПЛР продукти секвенували методом Сенгера.

Серед досліджуваних ізолятів ідентифіковано продуцентів сидерофорів афільних до Феруму (15 %), Купруму (55%), Нікелю (47%), Цинку (47%) чи Мангану (51%). Також, 21 % ізолятів солюбілізували нерозчинні форми Фосфору, а 34 % – Цинку. Крім того, 13 ізолятів поєднували здатність продукувати сидерофори, які були афільні до всіх досліджуваних металів, а також солюбілізували нерозчинні форми Цинку та Фосфору. Ці ізоляти за результатами аналізу гену *16s rRNA* належать до роду *Streptomyces* та будуть задіяні у вивченні їхнього впливу на морозостійкість рослин. Продовження цих досліджень дозволить оцінити перспективи використання антарктичних актиноміцетів як стимуляторів росту рослин за нормальних та трансформованих умов середовища, в тому числі за дії понижених температур.

**Цедуляк В.-М.¹, Кошла О.¹, Лужецький А.², Федоренко В.¹, Остах Б.¹,
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ *RPSL*-МУТАЦІЙ
НА АСПЕКТИ ФІЗІОЛОГІЇ ТА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО МЕТАБОЛІЗМУ
STREPTOMYCES ALBIDOFILAVUS J1074**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Саарландський університет, м. Саарбрюкен, 66123, Німеччина
e-mail: vasylyna-marta.tseduliak@lmu.edu.ua

Tseduliak V.-M., Koshla O., Luzhetskyy A., Ostash B., Fedorenko V.
STUDY OF THE INFLUENCE OF *RPSL* MUTATIONS ON ASPECTS OF THE PHYSIOLOGY AND SPECIALIZED METABOLISM OF *STREPTOMYCES ALBIDOFILAVUS* J1074. The well-known antibiotic-producing genus *Streptomyces* remains a rich source of bioactive compound diversity. The introduction of point mutations in the *rpsL* gene for ribosomal protein S12 is one of the tools that has shown great potential for manipulating the specialized metabolism of these bacteria by altering the machinery of fundamental cellular processes. The example of *S. albidofilavus* J1074 shows the promising pleiotropic effect of point mutations in the *rpsL* gene on the properties of primary and specialized metabolism.

Важко переоцінити внесок антибіотиків в успіхи медицини за останнє сторіччя. Однак менше ніж через сто років з моменту відкриття антибіотиків система охорони здоров'я зіткнулася з небувалою кризою: багато звичних протимікробних препаратів втратили свою ефективність.

Стійкість мікроорганізмів до антибіотиків – одна з найбільших глобальних загроз для здоров’я людства. Тому надзвичайно актуальним є пошук нових антибіотиків та вдосконалення наявних препаратів.

Стрептоміцети – відомі продуценти багатьох біологічно активних речовин, проте їхній потенціал залишається не до кінця розкритим. Ідентифікація серед спонтанних мутантів за геном рибосомного білка S12 штамів із покращеною продукцією спеціалізованих метаболітів дозволила розвинути відносно простий і дієвий метод покращення продуцентів – «рибосомну інженерію» (Ochi, 2007). Цей підхід використано і для конструювання колекції мутантів *S. albidoflavus*, широко використовуюваного господаря для експресії чужорідних генів (Lopatniuk, 2019). Однак механізм впливу точкових мутацій в гені S12 як на процеси біосинтезу білка, так і на інші процеси в клітині, зокрема шляхи біосинтезу спеціалізованих метаболітів, залишаються малозрозумілим. Метою цієї роботи є дослідження множинних ефектів трьох точкових *rpsL*-мутацій (K88E, K88R, R94G) на життєві показники *S. albidoflavus* та його здатність до продукції антибіотиків.

Отримані результати вказують на змінену морфологію та зменшену кількість спороносних гіф штамів *S. albidoflavus* K88E та K88R, порівняно зі штамми SAM2 (дикий тип) та R94G. У всіх штамів спостерігаються подібні рівні накопичення білка та кількості колонієутворювальних одиниць. Крім того, рівень вторинного месенджера c-di-GMP, ключового регулятора продукції спеціалізованих метаболітів, помітно нижчий у мутанта K88R. Всі мутанти мають знижені рівні експресії генів для синтезу c-di-GMP. Встановлено, що K88E і R94G продукують в середньому більше спеціалізованих метаболітів, ніж SAM2 і K88R, що було підтверджено біотестами та ВЕРХ-МС аналізом екстрактів.

Отже, сконструйовані *rpsL*-мутанти демонструють чіткі морфологічні відмінності разом із зміненим рівнем біосинтезу антибіотиків. Також вперше виявлено, що мутації в генах рибосомних білків пов’язані зі змінами рівня вторинного месенджера c-di-GMP, що свідчить про плейотропні ефекти мутацій, механізми яких ще належить дослідити.

Цибулька С.¹, Чорна Л.², Голуб Н.¹.

**ПОШИРЕНІСТЬ ПОЛІМОРФІЗМУ ГЕНА *PAI-I 4G/5G*
СЕРЕД ЖІНОК З НЕВИНОШУВАННЯМ ВАГІТНОСТІ**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²ДУ «Інститут спадкової патології НАМН України»
вул. М. Лисенка 31а, м. Львів, 79008, Україна
e-mail: SOFIIA.TSYBULKA@lnu.edu.ua

**Tsybulka S., Chorna L., Holub N. PREVALENCE OF *PAI-I 4G/5G*
GENE POLYMORPHISM AMONG WOMEN WITH MISCARRIAGE. The**

aim of the study was to investigate a possible association between plasminogen activator inhibitor type 1 (*PAI-1*) 4G/5G polymorphisms with risk of miscarriage. It was established that 5G5G genotype of the *PAI-1* gene has a protective effect and significantly reduces the risk of miscarriage. The women carriers of 4G5G genotype have the 2-fold increase risk of miscarriage. Obtained results can be used to determine the genetic risk of miscarriage and to prevention of reproductive losses.

Згідно з даними епідеміологічних досліджень, частота невиношування вагітності (НВ) складає 5-20%, а у близько 2-5% жінок репродуктивного віку діагностують звичне невиношування вагітності (ЗНВ). У значній кількості випадків (30-40%) причини мимовільного завмирання плоду залишаються нез'ясованими, що вказує на актуальність пошуку додаткових факторів ризику, задіяних у етіологію НВ.

Значна кількість компонентів коагуляційного каскаду прямо або опосередковано впливають на механізми імплантації ембріона, інвазії трофобласта, плацентазії, росту та розвитку плода. В процесі інвазії трофобласта активну участь беруть фактори росту та система PAI-1 (інгібітор активатора плазміногена типу I), які тісно взаємопов'язані між собою. PAI-1 є ключовим регулятором фібринолітичної системи, яка забезпечує розчинення фібринових волокон та запобігає надмірному тромбоутворенню. Поліморфізм 4G/5G інсерція/делеція гуаніну впливає на регуляцію експресії гена *PAI-1* і веде до зростання його синтезу. В експериментах *in vitro* показано, що 4G алель продукує у шість разів більше mRNA, ніж 5G алель, при цьому рівень PAI-1 у носіїв 4G/4G генотипу є вищим приблизно на 25%. Метою роботи було встановити поширеність поліморфізму гена *PAI-1* 4G/5G серед жінок з невиношуванням вагітності. Дослідження спрямоване на встановлення можливої асоціації між різними генотипами гена *PAI-1* та ризиком НВ.

У дослідженні взяли участь 35 жінок, у яких в анамнезі було дві та більше втрати вагітності та 45 жінок, які народили двох і більше здорових дітей. ДНК виділяли з лейкоцитів периферійної крові методом висолювання. На подальших етапах дослідження проводили ампліфікацію послідовностей ДНК методом ПЛР та застосовували метод рестрикційного аналізу.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що тільки 8% жінок з НВ були носіями генотипу 5G5G у порівнянні з 27% осіб контрольної групи. Встановлено, що у контрольній групі жінок генотип 5G5G зустрічався статистично вірогідно частіше, ніж у групі жінок з НВ ($P=0,03$), що вказує на зниження ризику НВ у носіїв даного генотипу, тобто на його протективний ефект. Гетерозиготний генотип 4G5G виявляли частіше у групі жінок з НВ, ніж у групі контролю - 63% на противагу 43%,

відповідно. Встановлено, що наявність у жінки генотипу 4G5G вірогідно підвищує ризик НВ у 2 рази ($P=0,05$). Носіями гомозиготного генотипу 4G4G були 29% жінок з НВ та 30% жінок контрольної групи. Частота алеля 4G була вищою серед жінок з НВ і склала 60% проти 52% у групі контролю, однак відмінність не досягла рівня статистичної вірогідності.

Таким чином, нами було встановлено, що генотип 5G5G гена *PAI-1* має протективний ефект та вірогідно знижує ризик невиношування вагітності. Наявність у жінки генотипу 4G5G підвищує ризик НВ у 2 рази. Отримані нами дані можуть бути використані у визначенні рівня генетичного ризику НВ та розробці ефективної профілактики репродуктивних втрат.

Шмигельська С.^{1,2}, Зотова О.², Матійців Н.¹, Шалай О.²

ЦИТОГЕНЕТИЧНІ ПЕРЕБУДОВИ ПРИ РІЗНИХ ФОРМАХ ЛЕЙКЕМІЙ

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
бул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²ДУ «Інститут патології крові та трансфузійної медицини НАМН України»
бул. Генерала Чупринки, 45, м. Львів, 79057, Україна
e-mail: solomiia.shmyhelska@lnu.edu.ua

Shmyhelska S., Zotova O., Matiytsiv N., Shalai O. CYTOGENETIC REARRANGEMENTS IN VARIOUS FORMS OF LEUKEMIA. Genetic changes that contribute to malignant transformation include aberrant expression of oncogenes and loss of function of tumor suppressor genes. The cell in which leukemic transformation occurs can be a lymphoid progenitor, a myeloid progenitor, or a pluripotent hematopoietic stem cell capable of differentiating into both myeloid and lymphoid cells. The aimed of the work was to determine the cytogenetic rearrangements of leukemic cells in patients with various variants of leukemia, and to find out their clinical and biological significance. The results confirmed the presence of translocations that cause the development of a certain variant of leukemia.

Лейкемії – гетерогенна група злоякісних захворювань системи гемопоезу з первинною локалізацією в кістковому мозку. Лейкемія розвивається із одного клона кровотворних клітин, що піддалися генетичній мутації. Лейкемії поділяють на гострі та хронічні. Субстратом пухлин при гострій лейкемії є бластні клітини, при хронічній – дозріваючі та морфологічно зрілі елементи. Ознакою хронічної мієлоїдної лейкемії (ХМЛ) є транслокація $t(9;22)(q34;q11)$, яка призводить до генерації філадельфійської хромосоми (Ph), $der(22)t(9;22)(q34;q11)$. Внаслідок перебудови утворюється химерний ген *BCR-ABL*. Транслокація $t(8;21)(q22;q22)$ – збалансована транслокація при гострій мієлоїдній лейкемії (ГМЛ). Вона асоційована з геном злиття *RUNX1-RUNX1T1* (раніше відомий як *AML1-ETO*). Злитий ген *RUNX1-RUNX1T1* кодує химерний білок, який

експресується в лейкомічних клітинах. Гострі лімфобластні лейкомії поділяють на 2 типи: В-клітинного та Т- клітинного походження. Найбільш значущими генетичними діагностичними та прогностичними факторами В-ALL у дорослих і дітей є: $t(9;22)(q34;q11.2)$; *BCR-ABL1*.

Метою роботи було визначити у хворих на різні варіанти лейкомії цитогенетичні перебудови лейкомічних клітин та з'ясувати їх клініко-біологічне значення. У дослідженні ми провели цитогенетичне дослідження клітин кісткового мозку та/або периферійної крові у 20 хворих на ХМЛ, 5 хворих на ГМЛ та 5 хворих на ГЛЛ. Ми провели стандартне цитогенетичне дослідження (каріотипування) та флуоресцентну гібридизацію *in situ* (FISH) згідно затверджених методик. Каріотип описали відповідно до вимог *International System for Human Cytogenetic Nomenclature* (ISCN, 2016).

Серед 20 хворих на ХМЛ транслокацію $t(9;22)(q34;q11)$ було виявлено у 14 осіб. У 3 пацієнтів встановлено наявність комплексних транслокацій за участю трьох хромосом – $t(9;22;19)(q34;q11;q13)$, $t(9;22;13)(q34;q11;p13)$ та $t(9;22;17)(q34;q11;p12)$. Також у 2 хворих виявлено $t(9;22)(q34;q11)$ та додаткові аномалії – $del(20)(q13)$ та $der(17;18)(q10;q10)$. Наявність транслокації $t(9;22)(q34;q11)$ та комплексних транслокацій було підтверджено за допомогою методу FISH, а саме виявлено химерний ген *BCR-ABL*. Отже у 19 з 20 хворих було виявлено транслокацію, що пов'язана з ХМЛ. У 2 хворих на ГМЛ виявлено транслокацію $t(8;21)(q22;q22)$, яка є маркером для М2 варіанту ГМЛ. Наявність транслокації $t(8;21)(q22;q22)$ було підтверджено за допомогою методу FISH, а саме виявлено химерний ген *RUNX1-RUNX1T1*. Ще в одного хворого на ГМЛ виявлено інверсію $inv(15)(p15;q22)$. Щодо ГЛЛ, то у хворих виявлено $t(9;22)(q34;q11)$, що свідчить про наявність химерного гена *BCR-ABL*. В одного пацієнта були відсутні придатні для аналізу метафазні пластинки, тому проведено лише дослідження FISH, яке не підтвердило наявність химерного гена *BCR-ABL*.

У проведеному нами дослідженні ми виявили наявність транслокацій $t(9;22)(q34;q11)$ та /або гена *BCR-ABL* що відповідає ХМЛ. При ГМЛ виявлено транслокацію $t(8;21)(q22;q22)$ та/або ген *RUNX1-RUNX1T1*. Також при ГЛЛ виявлено транслокацію $t(9;22)(q34;q11.2)$ та /або ген *BCR-ABL1*.

**Шпак Ю., Осташ Б., Мельник С., Павлік Я.,
Венецькі М., Котовська М.**

ГЕНИ ПОЛКЕТИДСИНТАЗ ПЕРШОГО ТА ТРЕТЬОГО ТИПІВ ДЛЯ
ПРОДУКЦІЇ КОРОТКИХ КАРБОНОВИХ КИСЛОТ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: ioanna-yustyna.shpak@lnu.edu.ua

Shpak Y., Ostash B., Melnyk S., Wenecki M., Pawlik J., Kotowska M.
CONSTRUCTION OF VECTORS FOR THE STUDY OF PKS FUNCTION-

ING AND PRODUCT DETECTION. Polyketide synthases are a group of enzymes that synthesize by repetitive condensation of carboxylic acids. PKS are divided into three groups, which differ in their functional properties and structure. The first group of polyketide synthases (PKS I) is a large multifunctional complex consisting of the main catalytic domains such as: acyltransferases (AT), ketosynthase (KS), carrier protein (ACP) and thioesterase (TE). These domains are used in each PKS and may differ in their location. If PKS I is a large and complex enzymatic chain, PKS III is smaller in size and is an independent enzyme that forms homodimers. Each monomer has a single active site that catalyzes initiation, elongation, and cyclization reactions to form polyketide products. PKSs are excellent objects for study because of their structure, diversity, and simple genetic manipulation. And to investigate the properties of PKS I and PKS III, we used the genes of lucensomycin (Lcm) and limocrocin. We also created plasmids for the expression of genes that we are interested in.

Полікетидсинтази (ПКС) - це група ферментів, які синтезують шляхом повторювальної конденсації карбонових кислот. ПКС поділяються на три групи, які відрізняються своїми функціональними властивостями і структурою. Перша група полікетидсинтаз (ПКС I) є великим багатофункціональним комплексом, який складається з головних каталітичних доменів таких як: ацилтрансферази, кетосинтази, білканосія та тиоестерази. Субстрати спочатку повинні бути активовані шляхом перенесення до АСР за допомогою активності АТ. Три вище згаданих домени є присутніми у кожному виді ПКС і можуть використовувати малоніл-КоА або метилмалоніл-КоА, як ініціатор синтезу, але полікетидсинтазні субстрати можуть відрізнятися кількістю. ПКС III типу є самостійними ферментами, які утворюють гомодимери. Їх єдиний активний центр у кожному мономері каталізує реакції подовження та циклізації з утворенням полікетидних продуктів. Незважаючи на доволі просту будову ПКС III, вони продукують широкий спектр сполук, а також використовуються для синтезу нових молекул через їх широку субстратну специфічність.

Ми провели дослідження щодо продукції ПКС типів I та III, використовуючи ген люцензоміцину (LcmA), який знаходиться в геномі *Streptomyces cyanogenus*. Очікуваний продукт синтезу - валерова кислота. Ми розглядали різні шляхи вивільнення цієї сполуки, включаючи спонтанний процес або гідроліз, каталізований білком або доменом тиоестерази. Для цього ми сконструювали вектори, які дозволяли досліджувати очікувану вихідну сполуку. Ці вектори включали: вектор лише для експресії білка LcmA; вектор, в якому білок LcmA був злитий з доменом тиоестерази; вектор, в якому білок LcmA та білок тиоестерази типу II ScoT були експресовані з двох різних плазмід.

Після створення плазмід були введені в штам *Streptomyces albus* J1074 для подальшого дослідження. Як зазначалося раніше, ми також

досліджували ПКС типу III, використовуючи кластер лімокроцину. Для аналізу цього кластера було вибрано гени: M878_21540, M878_21530, M878_21545. Ці гени відповідають за кодування ацилтрансферази, ацилпереносного білка та кетосинтазного домену.

Ярута Б., Ющук О., Федоренко В.

ПІДБІР ОПТИМАЛЬНИХ РІДКИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ВЕГЕТАТИВНОЇ КУЛЬТУРИ *AMYCOLATOPSIS BARTONIAE* DSM 45807

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

e-mail: 3bogdanyaryta3@gmail.com

Yaruta B., Yushchuk O., Fedorenko V. SELECTION OF OPTIMAL LIQUID MEDIA FOR VEGETATIVE CULTURE OF *AMYCOLATOPSIS BARTONIAE* DSM 45807. Glycopeptide antibiotics (GPAs) are non-ribosomally produced, highly cross-linked, glycosylated peptides active against multidrug-resistant enterococci and staphylococci. GPAs are clinically-successful group of antibiotics, although GPA-resistant pathogens continuously emerge stimulating researchers to screen for novel GPAs. In one of our previous works, we have identified biosynthetic gene cluster for a novel putative GPA in the genome of *A. bartoniae* DSM 45807. In this work, we have identified SEED medium as an optimal medium for vegetative cultivation of DSM 45807. Further work to establish GPA-producing conditions for DSM 45807 is ongoing.

Серед різноманітних класів природних антибіотиків, активних проти Грам-позитивних бактерій, важливе місце займають глікопептидні антибіотики (ГПА). Сьогодні два природних ГПА (ванкоміцин і тейкопланін) і три напівсинтетичних ГПА (далбаванцин, телаванцин і оритаванцин) використовуються в клінічній практиці для лікування гострих інфекцій, спричинених стійкими до метициліну штамми стафілококів і ентерококів, у дорослих та дітей. Незважаючи на ефективність ГПА, задокументовані випадки появи штамів патогенів, стійких до ГПА. Тому пошук ГПА із новою хімічною структурою може стати шляхом подолання такої стійкості. Продуцентами ГПА є бактерії, що належать до типу *Actinomycetota*, і також відомі під збірною нетаксономічною назвою актиноміцети. Біосинтез ГПА складається із нерибосомного синтезу олігопептидного ядра (аглікона) і дальших його модифікацій, зокрема приєднання залишків цукрів, атомів хлору, сульфатних груп тощо. Такі складні шляхи біосинтезу закодовано у великих (декілька десятків генів) кластерах біосинтетичних генів (КБГ), які знайдено в геномах актиноміцетів-продуцентів ГПА. У наших попередніх роботах (Andreo-Vidal et al., 2021) виявлено КБГ ГПА із потенційно новою структурою в геномі штаму *A. bartoniae* DSM 45807. У цій роботі ми вирішили підібрати оптимальні умови і живильні середовища для

вегетативної культури DSM 45807 з метою визначення оптимальних умов ферментації культури для продукції нового ГПА.

Штам *A. bartoniae* DSM 45807 культивували за температури 30 °С. Культивування розпочинали із вирощування прекультури в рідкому середовищі VSP (Yushchuk, 2020), яке сприяє дисперсному росту культури. Колби Ерленмеєра об'ємом 50 мл із 10 мл VSP і шістьма скляними кулями (Ø 5 мм) інокулювали фрагментами (близько 3 см²) газонів *A. bartoniae* DSM 45807, вирощених на агаризованому середовищі YMPG протягом 120-168 год. Колби із прекультурою інкубували на орбітальному шейкері протягом 72 год при 220 об/хв. Далі 2 % прекультури вносили в колби Ерленмеєра об'ємом 250 мл із 50 мл середовища і десятьма скляними кулями (Ø 5 мм) і такими рідкими вегетативними середовищами: SEED (Lee, 2005), TSB (Condalabs), YMPG (Su, 1984), E25, E26, VSP, VSPm (без додавання сахарози) (Yushchuk, 2020) і GYM (Koshla, 2019). Колби із вегетативними культурами інкубували на орбітальному шейкері протягом 72 год при 220 об/хв і оцінювали ріст культури, вимірюючи вагу вологої і сухої біомаси. Виявилось, що DSM 45807 найкраще накопичував біомасу в середовищі SEED (волога: 92,62 ± 15,57 г/л; суха: 8,93 ± 1.48 г/л), а найгірше – в середовищі TSB (волога: 27,66 ± 2.36 г/л; суха: 1,79 ± 0.096 г/л). При вирощуванні у перевіренних середовищах не спостерігали антимікробної активності культур проти *Bacillus subtilis* HB0950, що було визначено за допомогою диск-дифузійного тесту супернатантів культур. Грунтуючись на отриманих результатах, в подальшому планується застосувати середовище SEED для вегетативної культури *A. bartoniae* DSM 45807.

Bronnikova L.^{1,2}, Zaitseva I.¹

TOXICITY OF TUNGSTATE (WO₄²⁻) AND VANADATE (VO₃⁻) ANIONS;
NITRATE REDUCTASE ACTIVITY

¹*Oles Honchar Dnipro National University
72 Gagarina Avenue, Dnipro, 49010, Ukraine*

²*Institute of Plant Physiology and Genetics
of the National Academy of Sciences of Ukraine
31/17 Vasilkovskaya Street, Kyiv, 03022, Ukraine
e-mail: Zlenko_lora@ukr.net*

The action of individual anions on biological objects is still very little studied. Recently, there have been publications devoted to the study of the effect of some oxyanions on enzymes, in particular nitrate reductase (Berger A., 2020). Interest in this problem is due to the fact that as a result of experiments revealed modifications of the enzyme, characterised by resistance to high-stress factors (Chen Z.-H., 2015; Xu H., 2023). A number of authors report mutations of the cyanobacterium *Nostoc muscorum* with unique characteristics (Macario I.P.E., 2022). The study of the mechanisms of plant nitrate reductase resistance to various stress factors is only being explored (Fu Y-F., 2018; Berger A., 2020).

The aim of the present work was to investigate the growth of vanadium- and tungsten-resistant tobacco cell lines on selective media containing toxic concentration of alternative oxyanion, which is conducted for the first time. The object of the study was tungsten- and vanadium-resistant cell lines of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) cultivar Samsun.

These lines were selected on selective media containing toxic concentrations of elements. After initial selection, resistant clones were cultured for several passages at the initial concentration of the stress agent. In the experiment, the growth of resistant lines on medium with another oxyanion was studied. The selective media used in the experiment were a modification of Gamborg's B5 media with the addition of growth regulators and vanadate-livolphramate ion. The modification of the nutrient medium consisted in the addition of nitrogen only in the form of nitrates.

Vanadium-resistant cell lines were grown on media containing 1,0 mM sodium tungstate, while tungstate-resistant cell lines were grown on media containing 1,25 or 1,5 mM of the same compounds, respectively. The growth of stable cell lines was evaluated by measuring the relative increase in the raw mass: $M1 - M0/M0$, where $M0$ is the initial and $M1$ is the final weight of the callus. The control was wild-type callus grown on control streed (B5 Gamborg) and selective media. Experiments were carried out in fourfold biological repetition. WO_4^{2-} and VO_3^- -resistant tobacco cell lines retained viability and growth when transferred to selective media of a new composition.

Since the growth of callus on selective media was directly dependent on nitrate consumption, it can be argued that the activity of nitrate reductase is maintained in the presence of both anions. The growth of callus on nutrient media containing a toxic concentration of tungsten is a strong argument for the presence of a stable nitrate reductase in the cells. However, the activity of this enzyme may or may not be stimulated by vanadium. Another possible explanation for the variability of growth of tungsten-resistant tobacco lines when cultivated on vanadate-oxyanion medium is the disruption of the enzyme system of nitrate uptake. We found that WO_4^{2-} and VO_3^- -resistant cell lines are resistant to toxic concentrations of alternative oxyanion.

Resistance to these anions is associated with the selection of a stable, possibly vanadium-dependent, form of nitrate reductase. Cell lines with complex resistance to WO_4^{2-} and VO_3^- oxyanions can be selected by cell selection methods.

Chyzh A., Barkhatova A., Yushchuk O., Fedorenko V.

ETHIDIUM-BROMIDE INDUCED MUTAGENESIS OF TEICOPLANIN
PRODUCING *ACTINOPLANES TEICHOMYCETICUS* ATCC 31121
YIELDS STABLE MUTANTS DEVOID OF SPORANGIA FORMATION

*Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskoho St., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: alinachyzh0907@gmail.com*

Actinoplanes teichomyceticus ATCC 31121 is an industrially relevant producer of the valuable glycopeptide antibiotic (GPA) teicoplanin. Teicoplanin

is widely utilized worldwide to treat complex cases of acute septicemias caused by Gram-positive, multidrug-resistant staphylococci and enterococci. Although the biosynthetic gene cluster (BCG) for teicoplanin, known as *tei*, was sequenced decades ago, and the details of pathway-specific regulation of teicoplanin biosynthesis are well-studied, little is known about the global regulation of teicoplanin biosynthesis. Notably, in other actinomycetes, the regulation of antibiotic production is intertwined with the genetic regulation of morphogenesis. Indeed, ATCC 31121 exhibits a complex lifecycle: motile spores are produced in large globose sporangia, which develop at the ends of palisade hyphae growing from the surface of the vegetative mycelium. Hence, it is probable that teicoplanin production and morphogenesis are co-regulated in ATCC 31121 as well.

In this study, we utilized an ethidium bromide (EtBr)-induced mutagenesis strategy to generate mutants of *A. teichomyceticus* ATCC 31121 with impaired morphological differentiation. Initially, we determined the LD₉₉ concentration of EtBr for ATCC 31121 spores on ISP3 medium to be 20 μM. Subsequently, ISP3 plates supplemented with 20 μM of EtBr were inoculated with approximately 10⁷ spores of ATCC 31121 (10⁶ spores per plate). Following 336 hours of incubation at 30 °C, we examined the plates and identified 25 colonies exhibiting a visible delay in sporulation. These colonies were then streaked onto ISP3 plates without EtBr. However, the sporulation delay observed was not stable, as all colonies eventually sporulated normally in the absence of EtBr. Nevertheless, we collected spores from each strain (designated as EB1-1 to EB-25-1) and inoculated approximately 10⁷ spores from each strain onto ISP3 plates supplemented with 20 μM EtBr (10⁶ spores per plate). After another 336 hours of incubation at 30 °C, we examined the plates and identified four colonies that were unable to sporulate. These colonies were subsequently streaked onto ISP3 plates without EtBr. Unlike the first round, the strains obtained (EB-2-2, EB-21-2, EB-22-2, and EB-24-2) maintained the initial phenotype even after three passages of cultivation on ISP3 without EtBr. All four strains exhibited drastic differences in morphology, colony shape, and pigmentation compared to the parental strains (EB-2-1, EB-21-1, EB-22-1, and EB-24-1) as well as ATCC 31121, displaying a clear non-sporulating, or “bald,” phenotype.

Continuing this work, we plan to sequence the genomes of EB-2-2, EB-21-2, EB-22-2, and EB-24-2 to identify the specific mutations responsible for the observed phenotypes. We anticipate that our findings may shed light on novel regulatory genes involved in the global regulation of teicoplanin biosynthesis and morphogenesis in *A. teichomyceticus* ATCC 31121.

Demydenko V.², Zambriborshch I.¹, Shestopal O.¹, Zaderey N.²

STUDYING THE ADAPTATION ABILITY OF CARNIVOROUS PLANTS

¹ *Plant Breeding&Genetics Institute –*

National Center of Seed and Cultivar Investigation,

3 Ovidiopol'ska road, Odesa, 65036, Ukraine

² *Odesa I. I. Mechnikov National University, Department of Molecular Biology,
Biochemistry and Genetics*

2 Champagne Lane, Odesa, 65000, Ukraine

e-mail: izambriborsh@gmail.com

The study investigated the ability to acclimatize in carnivorous plants obtained by microclonal propagation *in vitro*. The plant material consisted of regenerants of six species of carnivorous plants: *Cephalotus follicularis* Labill., *Dionaea muscipula* Cupped Trap, *Dionaea muscipula* Gap Teeth, *Heliamphora minor* L., *Sarracenia flava* L., *Nepenthes spathulata* L. Plant material was kindly provided by the staff of the Tissue Culture Laboratory of Plant Breeding&Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation in Odesa.

Members of the *Droseraceae* family, besides their decorative value, have potential value for medicine, as they can produce a large amount of phenolic compounds with strong biological activity. Tissue extracts of most carnivorous plants have antibacterial and antifungal effects (Makowski, 2021). Members of the *Nepenthaceae* family can be widely used in the bioenergy industry, with their pitcher fluid serving as an alternative to the chemical method for primary processing of agricultural waste in biodiesel production (Angadam, 2022). Due to the threat of extinction and the constant reduction of their habitats, there is a need for the propagation of these plants in artificial conditions, such as through micropropagation.

The final stage of micropropagation is the acclimatization of regenerant plants to *ex vitro* conditions. The plants were cultivated *in vitro* on QL medium (Quoirin, Lepoirre, 1980) without growth regulators, pH 5.8. Regenerant plants with developed root systems and shoot lengths of 1-5 cm were transplanted into non-sterile soil mix (universal seedling soil, pH 7.0).

During the first three weeks of acclimatization, the plants were kept under glass jars. Starting from the fourth week, glass jars were replaced with plastic ones with holes. Plant cultivation *in vitro* and *ex vitro* was carried out in a greenhouse with a light regime of 8 hours night and 16 hours day and a temperature of 25°C.

From the seventh week of acclimatization onwards, there was observed a mortality rate of a certain number of seedlings under *ex vitro* conditions. The survival rate of plants under the provided acclimatization conditions was as follows: *Cephalotus follicularis* Labill. - 68,6%, *Dionaea muscipula* Cupped Trap - 58,7%, *Dionaea muscipula* Gap Teeth - 75%, *Heliamphora minor* L. - 90,1%, *Sarracenia flava* L. - 95,1%, *Nepenthes spathulata* L. - 42,9%.

Further cultivation of regenerant plants in greenhouse conditions showed a further deterioration in the condition of plants belonging to the families

Droseraceae, *Sarraceniaceae* and *Nepenthaceae*. The survival rate of plants at the fourteenth week of cultivation was 43,5% for *Dionaea muscipula* Cupped Trap, 18,8% for *Dionaea muscipula* Gap Teeth, 56,1% for *Sarracenia flava* L., 32,1% for *Nepenthes spathulata* L.

Thus, representatives of the species *Heliamphora minor* L. and *Cephalotus follicularis* Labill. demonstrated the best adaptive stability during the acclimatization of regenerant plants to open soil conditions. The survival rate of regenerant plants at the fourteenth week of cultivation was 81.8% and 68.6%, respectively. The physiological properties of the plants were fully preserved: the trap leaves of carnivorous plants retained their properties for specific movements.

Kulyk M., Ostash B.

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR CONJUGATIVE DNA TRANSFER BETWEEN *STREPTOMYCES TSUKUBAENSIS* NRRL 18488 STRAINS AND BEYOND

Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskoho st., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail:kulikmarta1@gmail.com

Actinomycetes of the genus *Streptomyces* are a very deep source of natural products of immense practical value. *Streptomyces* harbor biosynthetic clusters of genes for specialized metabolism (BGCs), the speed of bioinformatic identification of which significantly exceeds the experimental processing of the data obtained. Most of the BGCs are not expressed in the laboratory, probably due to their low or even zero transcription, and such clusters are referred to as cryptic (“silent”) BGCs. One of the most promising areas for detecting streptomycete specialized metabolites (and thus discovering promising drug leads) is the rapid transfer of large chunks of chromosome from the wild types into heterologous expression chassis, genetically amenable bacterial strains possessing minimal metabolic background which would interfere with expression of heterologous DNA.

In our work we deal with *Streptomyces tsukubaensis* NRLL 18488, a bacterial species from the genus *Streptomyces* which synthesizes the 23-membered macrocyclic polyketide tacrolimus (FK506). Tacrolimus is a potent immunosuppressant used in several therapeutic areas, including prevention of graft rejection after liver transplantation, treatment of myasthenia gravis, arthritis, systemic lupus erythematosus, ulcerative colitis and atopic dermatitis. Tacrolimus biosynthesis is determined by a sizable (around 90 kb) BGC whose studies are hampered by recalcitrant genetic nature of NRLL 18488. We are interested in development of methods of rapid transfer of large BGCs, such as tacrolimus one, into available *Streptomyces* chassis, such as *S. albus* Del14. *Streptomyces* conjugative plasmids, based on the action of single FtsK-like translocase protein TraB, are a natural genetic exchange system in actinomycetes

that can be explored as a tool for the aforementioned purpose, and NRRL18488 can serve here as an excellent test case.

Using bioinformatics applications, all possible binding sites for transcription factor AdpA that may impact the level of tacrolimus production were mapped in the tacrolimus BGC. Operators for AdpA were found upstream of following genes: TGGCCGGAC, TGGCGGGTC, TGGCCGGAC, CGGCCGGAT, CGGCCGGAC, CGGCCGGAA, CGGCCGGTT, TGTCCGGAT, TGGCCGGTT.

We created conjugative donor strains of *Streptomyces tsukubaensis* by intergrating into its genome pIJ101 derivative pCMA carrying korA-traB gene pair and apramycin resistance marker gene. Identity of the generated strains as confirmed via PCR. Similarly, *Streptomyces tsukubaensis* carrying gene traB from plasmid pSG2 under control of promoter ermEp (pTKA) was constructed. We attempted to generate hygromycin-resistant strain of NRRL18488 by integrating into its genome plasmid pMS82. However, so far our attempts to obtain the expected recombinant strain failed due to rather high natural resistance of NRRL18488 to hygromycin. We currently are pursuing different strategies to develop a distinctly marked recipient strain.

We also created a plasmid pMK1 based on plasmid vector pSET152, where counterselection marker gene *codA* has been cloned into polylinker.

Liu W.¹, Tsyruľnyk A.¹, Dmytruk K.¹, Fedorovych D.¹, Sibirny A.^{1,2}

DEVELOPMENT OF PLATFORM FOR CONSTRUCTING OF
RIBOFLAVIN OVERPRODUCERS BASED ON THE FLAVINOGENIC
YEAST *CANDIDA FAMATA*

¹*Department of Molecular Genetics and Biotechnology
Institute of Cell Biology, NAS of Ukraine
14/16 Drahomanov Street, Lviv 79005, Ukraine*

²*Institute of Biology and Biotechnology, University of Rzeszow
4 Zelwerowicza, Rzeszow 35-601, Poland
e-mail: liuwen12990@gmail.com*

Riboflavin (vitamin B2) is a precursor of flavin mononucleotide (FMN) and flavin adenine dinucleotide (FAD), which are coenzymes of flavoproteins involved in numerous enzymatic reactions in humans and animals. *Candida famata* is one of the flavinogenic yeasts that tend to produce higher levels of riboflavin in iron-deficient media.

Previously, it was found that overexpression of gene *RFE1* (coding for riboflavin excretase) in riboflavin overproducer *C. famata* BRP (Dmytruk et al., 2011, 2014) led to 1.4-1.8-fold higher riboflavin production (Tsyruľnyk et al., 2020). We also overexpressed gene *GND1* (coding for 6-phosphogluconate dehydrogenase) in the *C. famata* BRP. The obtained transformants accumulated 1.3-fold more riboflavin than parental strain (Ruchala et al., 2022). The highest riboflavin production was observed in *C. famata* BRPI which overexpress

structural genes of riboflavin synthesis pathway: *RIB1*, *RIB7*, and gene of positive regulator *SEF1*. Additionally, this strain overexpressed genes involved in purine nucleotide synthesis *de novo* *PRS3m* and *ADE4m* (Dmytruk et al., 2020; Petrovska et al., 2022).

The goal of our work is to obtain recombinant strains with increased synthesis of riboflavin due to simultaneous overexpression of the mentioned structural and regulatory genes *RFE1*, *GND1*, and *RIB6* in the best available riboflavin-producer yeast strain - *C. famata* BRPI. As a result, the plasmid pRFE1/GND1/RIB6 was successfully constructed based on the vector pTTb, which contains a strong constitutive promoter Dh_TEF1. The accuracy of this plasmid was verified by control restriction digestions. The linearized plasmid was introduced in the *C. famata* BRPI by electroporation. The recombinant *C. famata* strain BRPI/RFE1/GND1/RIB6 was confirmed through the presence of a gene expression cassette in the yeast genome.

Our results can be used for the creation of advanced riboflavin producers based on flavinogenic yeast *C. famata*.

Marchenko M., Rusakova M.

IDENTIFICATION OF *PSEUDOMONAS* BIOFILM FORMATION IN MICROBIAL FUEL CELLS

Odesa I. I. Mechnikov National University

2 Dvoryans'ka St., Odesa, 65026, Ukraine

e-mail: bio.3020@stud.onu.edu.ua

In recent years, extensive research has been conducted in the area of bioelectrochemical systems (BESs), focusing on power generation. Wastewater and other organic wastes hold substantial untapped energy resources. For this reason, electricity-generating microbes present an intriguing opportunity due to their capacity to harness such energy sources. Biofilms are commonly observed as the primary interaction between the electrode and the electroactive bacteria in BES. However, there remains limited understanding regarding electrode coverage, bacterial composition and biofilm structure on anodic surface. Microbial electrochemical systems (MES) present microorganisms as catalysts for electricity production. The electricity production produced by bacteria in MES is referred to electrogenecity. This process has been distinguished beyond MES and plays a significant role in charge transfer between bacteria (Nielsen et al., 2010). One of the most prevalent types of MES is the microbial fuel cell, utilizing a bioanode to convert chemical energy from organics into electricity. Another type, the microbial electrolysis cell (MEC), is used to produce hydrogen or other beneficial chemicals. Furthermore, the microbial half-cell manages the anode or cathode potential at a constant value, serving purposes such as sensing, resource recovery, and fundamental studies on electricity-producing bacteria (Korneel et al., 2010). In spite of the various nowadays developments outlined earlier, the electrical output produced by BESs featuring bioanodes is still unsuitable for practical application in terms of energy generation. Consequently, there is an urgent requirement for new strategies and the adoption of alternative

methods to significantly enhance microbial performance by several magnitudes (Wang et al., 2013).

The aim of the study was characterisation of dynamic development and 3D architecture of *Pseudomonas* spp. biofilm.

Investigation was conducted with such microorganisms: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *P. aeruginosa* ATCC 15692, *P. aeruginosa* ATCC 10145, *Pseudomonas chlororaphis* ONU 111 and *Pseudomonas fluorescens* ONU 110.

Biofilm maturation was detected during 120 hours in polystyrene plates. Biomass of *Pseudomonas* strain biofilm was estimated by common-used crystal violet method (Toole and Kolter, 1998). The biofilm peculiarities were studied using a Zeiss Primo Star light microscope (Germany), with a magnification of x400. Biofilm images were collected at seven randomly selected locations on the glass. Photographs were taken using a Canon EOS 750D camera (Japan) and Zen 2 software (ZEISS Efficient Navigation), which is a modular software for collecting, processing and analyzing images for digital microscopy.

Development of *Pseudomonas* spp. biofilm comprises several stages. The first one known as adhesion, was held within 2 hours after the beginning of the cultivation which was carried out *in vitro*. Then, the single colony formation was noted. Between 48 and 96 hours continuous cellular monolayer was produced, respectively. According to microscopy this layer consists of cell association (clusters) which are separated by channels. Such three-dimensional architecture is considered as a mature biofilm structure. During next stage the biofilm thickness was grown up and formation of mature association was reached. *P. aeruginosa* ATCC 27853 was characterised with the most intensive biofilm growth comparing with other strains. The slowest generation of biofilm was demonstrated for *P. fluorescens* ONU 110. Obviously, it is corresponded to the difference in speed adaptation of the strain to cultivation conditions.

Thus, following conclusions were formed: firstly, intensity of biofilm development is strain-specific; secondly, final maturation step was estimated in 120 hours after the start of cultivation process.

Pseudomonas strains represents an attractive genus and can be considered as confident key players in bioelectrochemical system construction.

Nowak A., Wolny K.

PLANT SURVIVING IN A NEW AGE:
GENETIC PLANTS ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE –
CHALLENGES AND PERSPECTIVES

*Faculty of Biological Sciences, University of Wrocław
Kanonia 6/8, Wrocław, 50-328, Poland
e-mail: ada010700@gmail.com, karolina.krolica@gmail.com*

Climate change is having an impact on the planet Earth, affecting people, fauna, and flora. Our pro-climate actions aim to prevent the negative consequences of human activity on nature. However, plants are also fighting climate change by adapting to the changing environment to survive.

Genetic modifications in plant organisms have made it possible to develop traits necessary for survival in a changing climate. These traits include resistance to biotic and abiotic stresses, drought resistance, and other changes in the external and internal appearance of plants. It is also known that climate change can induce temperature-mediated epigenetic modifications that enhance plant functioning in a changing environment. The regulations in the plant genome that have allowed the above-mentioned traits to develop are mainly changes in the translation of PIN proteins associated with auxin transport, modulating the xylem pattern by the CsREV-CsTCP4-CsVND7 proteins. Genetic regulation affecting the sex determination of the plant and the amount of fruit and seeds produced is also a key adaptation to climate change.

In recent times, human awareness of climate change has increased, particularly in cereal and consumer crops such as maize, rice, wheat, and tomato. Therefore, interest and research are being conducted specifically on these plant species. Man is engaging in genomic changes in plants using a technique called CRISPR/Cas9 to achieve much higher yields, which are currently insufficient to feed the population due to climate change.

Raspopina A., Matiytsiv N.

SPERMIDINE INFLUENCE ON LOCOMOTOR ACTIVITY IN *DROSOPHILA MELANOGASTER* NEURODEGENERATIVE MODEL

*Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskoho St. Lviv, 79005 Ukraine
e-mail: anastasiia.raspopina@lnu.edu.ua*

The coordinated movement of *Drosophila*, driven by neuronal interactions, provides an invaluable model for studying neurodegeneration. This investigation examines how spermidine affects locomotor activity in both wild type *Oregon-R* and *sws¹* mutant lines, utilizing climbing behavior as a metric. The locomotion of *Drosophila* relies on the coordinated action of numerous neurons. Consequently, defects in locomotion often coincide with the onset of neurodegeneration. In this study, we focus on climbing behavior, one of several innate locomotor behaviors. We specifically examine negative geotaxis behavior, where flies demonstrate a propensity to move against gravity. (Gargano et al., 2005). The principle of the climbing assay involves placing a certain number of flies inside a vial and tapping it forcefully against a surface, causing the flies to fall to the bottom. Subsequently, driven by their innate inclination to move upwards, the flies attempt to climb back up the vial. This quantitative assay determines the number of flies that climb above a marked point on the vial, reaching a height of 5 cm within a 20-second timeframe. A comparison between the number of flies in the experimental group and those in the control group is conducted to assess locomotor behavior.

The aim of this study was to investigate the effects of spermidine on climbing activity in *D. melanogaster* wild type *Oregon-R* and *sws¹* mutants.

To determine the index of locomotor activity, a climbing test was conducted with 10-13-days-old males. Results showed no impact of spermidine on wild type flies. However, in the *sws¹* mutants, a decrease in locomotor

activity was observed at a concentration of 5 mM ($P=0.0248$). Conversely, no effect on locomotor activity was observed under the influence of spermidine at concentrations of 1 mM and 0.5 mM.

Further research is necessary to understand how spermidine impacts neuronal health over time. This study will help expand our knowledge of spermidine's effects and may uncover new targets for treating neurodegenerative diseases.

Vonsovykh V.-A.^{1,2}, Kurylenko O.², Rebets Y.², Fedorenko V.¹

GENETIC CHARACTERISTICS OF *STREPTOMYCES KANAMYCETICUS*
DSM 40500 AND LV-54 STRAINS

¹ Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskoho Street, Lviv, 79005, Ukraine;

² Explogen LLC
16 Volodymyra Velykoho Street, Lviv, 79032, Ukraine
e-mail: viktoriia.vonsovykh@gmail.com

Kanamycin (Kan), an effective aminoglycoside antibiotic produced by *Streptomyces kanamyceticus*, was discovered in 1957 and has been widely used to treat infections caused by Gram-positive and Gram-negative bacteria by targeting the protein synthesis (Gao et al., 2017). Kan is accumulated as a mixture of two derivatives – Kan A and Kan B. Kan A is a major product of *S. kanamyceticus* and was previously used as a second-line medicine for tuberculosis (TB) treatment. Due to emerging resistance of *Mycobacterium tuberculosis*, the pathogenic agent of TB, Kan A was substituted by other antimicrobials (Hotta & Kondo, 2018; Singh et al., 2021). Kan B is produced in minute concentrations (5-7%) and is used as a precursor for semisynthetic aminoglycoside antibiotic arbekacin, which is active against MRSA (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) (Lee & Lee, 2016). The Kan biosynthetic gene cluster (BGC) was identified and studied (Gao et al., 2017). Kan still remains an important antibiotic in many applications. This is why the improvement of its production is of high importance.

This study is focused on the genetic characterization of two strains of *S. kanamyceticus* DSM 40500 and LV-54. The production of Kan by *S. kanamyceticus* strains was tested by detecting activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria. It was found that DSM 40500 is accumulating large amounts of Kan, while LV-54 is not producing the antibiotic. Both strains were tested for the ability to accept plasmid DNA using different integrative and replicative vectors. The strain LV-54 was found to be more amenable to genetic manipulations. Furthermore, in the case of integrative vectors, the sites of integration were identified by sequencing. The genomes of both strains were sequenced and compared with each other, resulting in the identification of several large genomic variations. Lastly, the DNA fragment carrying the entire kanamycin BGC (41 kbp) was successfully cloned using TAR (transformation-associated recombination) technology. Currently, the expression of Kan BGC in heterologous hosts (*Streptomyces albus* Del14, *Streptomyces lividans* ΔYA9) is under investigation.

ЕКОЛОГІЯ ECOLOGY

¹Богославець А., ²Романович М., ¹Цвілінюк О.

ЗАХИСТ БДЖІЛ ВІД ВАРООЗУ ЗА КОМПЛЕКСНОГО ВПЛИВУ РОСЛИННИХ ГІРКОТ

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Інститут біології тварин НААН,

вул. Василя Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна

e-mail: annamariabogoslavets@gmail.com

Bohoslavets A., Romanovych M., Tsvilynyuk O. PROTECTION OF BEES AGAINST VARROA UNDER THE COMPLEX EFFECT OF PLANT BITTERS. We conducted a study on the feasibility of using herbal bitters against varroa atosis in bees. We prepared a decoction from *Pinus sylvestris L.*, *Artemisia vulgaris L.*, *Thymus marschallianus Willd.* and treated the bees with it. There were 8 dead mites in the treated hive, and 0 in the control hive. Thus, plant bitters are a safe and effective means of controlling varroa mites.

Варооз – це захворювання медоносних бджіл (*Apis mellifera L.*), яке спричиняє кліщ Варроа (*Varroa destructor*), він ослаблює і вбиває сім’ї бджіл. Існує багато хімічних засобів боротьби з варроозом. Варто розуміти, що інсектициди синтетичного походження можуть вплинути на якість товарів бджільництва та на здоров’я самих бджіл, що є запорукою успішного розвитку бджільництва (Ясько, 2017).

Метою нашої роботи було дослідити доцільність використання комплексного впливу рослинних гіркот як захисту проти варроозу бджіл. Для цього ми самостійно виготовили відвар з рослинних гіркот з хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris L.*), трави полину звичайного (*Artemisia vulgaris L.*) і трави чебрецю Маршалла (*Thymus marschallianus Willd.*) у пропорції 1:1:0,1 з наступним додаванням 20% цукру від загальної кількості відвару. Солодким відваром окроплювали бджоли у вулику і спонукали їх до грумінгу (очищення один одного від чужорідної речовини на поверхні тіла).

Відвар, що мав кімнатну температуру, проливали по 10 мл на бджіл у кожній вуличці (міжрамковий простір у гнізді) вулика 02.11.2023 і 07.11.2023. Такі дати вибрані не випадково, це останні теплі дні перед холодним періодом року, коли бджоли вилітають з вулика і мають можливість підхопити кліща Варроа.

Ефективність препарату оцінювали за кількістю опалих кліщів. Для цього на дно вуликів клали картон, змащений жиром тваринного походження (смазьцем). Таким чином кліщі фіксувалися, втрачали рухливість і не шкодили бджолам. Вулик, який не оброблявся, служив

контролем. Опалих кліщів у ньому не було. В той час, як у вулику, який був оброблений, зафіксували 8 опалих кліщів Варроа.

Таким чином рослинні гіркоти є натуральними препаратами, які можна застосовувати для захисту бджіл від кліща Варроа (*V. destructor*). Вони не впливають на якість продукції бджільництва, не спричиняють звикання у кліща варроа і не є загрозою для самих бджіл. Можемо зробити висновок, що застосування рослинних гіркот має великий потенціал для бджолярства.

Борецька І., Грицак В., Джюра Н.

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ГУМАТИВ
ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР
НА ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ГРУНТАХ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: ira.boretska2017@gmail.com*

Boretska I., Hrytsak V., Dzhura N. EFFICIENCY OF USING HUMATES FOR GROWING ENERGY CROPS ON TECHNOLOGICALLY CONTAMINATED SOILS. Technogenically contaminated soil from Donetsk region, selected at two points: in the city of Lyman and at the training ground in the village of Shchurov, where intense combat operations take place, was studied. Fertilizers that can increase the resistance of plants to various adverse factors and restore soil fertility are considered. A comprehensive approach to ecological remediation of technogenically polluted soils has been studied.

Війна в Україні характеризується застосуванням всього можливого арсеналу систем озброєння, військової техніки та боєприпасів. Всі типи техногенного навантаження спричиняють потужне забруднення та руйнування ґрунтового покриву. Сьогодні гостро стоїть питання у який спосіб і якими методами відновлювати техногенно деградовані ґрунти. Відомо, що енергетичні культури здатні рости на малородючих ґрунтах і нагромаджувати за таких умов велику кількість біомаси. Коренева система за довготривалого вирощування культури на одному місці, збагачує вміст органічної речовини в ґрунті, тим самим підвищуючи його родючість.

Одним із шляхів зменшення хімічного навантаження на агроценози є застосування гумінових добрив природного походження. Ці речовини здатні підвищувати стійкість рослин до різних несприятливих факторів зовнішнього середовища, відновлювати родючість ґрунту, підвищувати врожайність культур, покращувати харчову цінність продукції та її екологічну чистоту, знижувати витрати на одержання врожаю, підвищуючи рентабельність сільськогосподарського виробництва. Метою роботи було вивчити ефективність використання гуматів для вирощування

енергетичних культур на техногенно забруднених ґрунтах для їх подальшої фіторе mediaції.

Досліди закладали у лабораторно-польових умовах. У вегетаційні посудини, заповнені ґрунтом по 1 кг, висаджували по 20 шт. попередньо замоченого у воді (контроль) і відповідно – у розчині препарату гуміфілд форте насіння рослин *Melilotus officinalis* L. та *Panicum virgatum* L. Для дослідження використовували техногенно забруднені ґрунти з Донецької області, які відбирали з місць, де велись активні бойові дії: № 1 – ґрунт з міста Лиману і № 2 – ґрунт з полігону с. Щурове. Контролем був ґрунт, відібраний з умовно чистої території. Після появи сходів і надалі кожні 14 днів рослини обприскували препаратом гуміфілд форте.

Виявили максимальну фітотоксичність ґрунту № 2 з полігону Щурове Донецької області – рослини *M. officinalis* на такому ґрунті не проросли. Застосування препарату гуміфілд форте позитивно впливало на ріст коренів *M. officinalis* та *P. virgatum*, як у контролі, так і на техногенно забрудненому ґрунті №1. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках цих рослин також збільшувався. Використання препарату позитивно впливало на ріст коренів рослин *P. virgatum* на техногенно забруднених ґрунтах №1 та №2.

Отже, використання гуміфілд форте покращувало загальну життєздатність рослин в умовах техногенно забруднених ґрунтів. Отримані результати є інформативними для проведення подальших досліджень у польових умовах і при розробці фіторе mediaційних технологій для відновлення деградованих ґрунтів.

Буняк Р., Мамчур З., Яцикович Р.

УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ
У ЛЬВІВСЬКІЙ ТЕРИТОРІАЛЬНІЙ ГРОМАДІ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: Romana_buniak@ukr.net

Buniak R., Mamchur Z., Yatsikovich R. WASTE MANAGEMENT IN LVIV TERRITORIAL COMMUNITY. In July 2022, the President of Ukraine signed the Law of Ukraine “On Waste Management”. For the implementation of the reform, data on the morphological composition of household solids are important. As of 2024, the results of the morphological study of the composition of the TVP of the Lviv MTG have been formalized. It was found that the following 5 companies collect solid household waste in the Lviv Territorial Community. According to our research, as of February 1, 2024, there are 1,351 container yards in the city of Lviv. A waste management training center has been established in Lviv.

У липня 2023 року набув чинності Закон України «Про управління відходами» давши старт реформі управління відходами, яка покликана

забезпечити комплексне вирішення проблеми відходів, зокрема законом передбачається провадження європейських директив управління відходами, затвердження методики роздільного збору відходів та впровадження розширеної відповідальності виробника, управління промисловими та небезпечними відходами.

За даними досліджень французької компанії Egis (2017 р.), з якою Львівська міська рада підписала меморандум про співпрацю щодо підготовки комплексної системи поводження з твердими побутовими відходами, встановлено такі фракції відходів: харчові відходи – 31%, відходи з саду (городу) – 7%, папір – 2.4%, картон – 2.9%, композитні матеріали – 1.4%, текстильні матеріали – 1.1%, санітарні текстильні матеріали – 11%, пластмаси – 13%, скло – 10%, метал – 1.5%, небезпечні відходи – 1.8%, дрібні елементи – 15%.

У зв'язку з повномасштабним вторгненням росії на території Львова значно зросла кількість мешканців, а також перенесених промислових об'єктів. Відповідно до *проєкту* «Дослідження стану сектору управління твердими побутовими відходами під час російської агресії в Україні у приймаючих громадах» у межах Ініціативи з розвитку екологічної політики й адвокації в Україні, що здійснюється Міжнародним фондом «Відродження» за фінансової підтримки Швеції, такі дослідження проводили ГО «Нуль відходів Львів» спільно з ГО «Еколтава».

Станом на 2024 рік оформлено результати морфологічного дослідження складу ТПВ Львівської МТГ: біовідходи – 44%, папір, картон – 10%, компостні матеріали – 1%, текстильні матеріали – 4%, пластик – 15%, скло – 11%, метали – 2%, небезпечні побутові відходи – 6%, відходи електричного обладнання – 1%, будівельні та ремонтні відходи – 4%, кістки, шкіра, гума – 1%, великогабаритні відходи – 0%. За даними наших досліджень станом на 1 лютого 2024 р. у місті Львові наявні 1351 контейнерних майданчиків: зокрема, для збору змішаних відходів 1351 (100%), для органічних відходів – 1325 (98%), для з пластику – 1292 (95%), для скла 1052 (77%). З'ясовано, що у Львівській територіальній громаді тверді побутові відходи збирають такі компанії: ЛКП «ТФ ЛЬВІВСПЕЦКОМУНТРАНС», ТОВ «ГРІНЕРА УКРАЇНА», ТОВ «СПЕЦАВТОТРАНС-ЛЬВІВ», ТОВ «САНКОМ-ЛЬВІВ», ТОВ «ЕКОВЕЙ ВЕЙСТ МЕНЕДЖМЕНТ».

У Львівській громаді проводиться роздільний збір відходів, а саме біовідходів, пластику, скла, а також працює пункт прийому великогабаритних відходів і побутової техніки, у тому числі працює рециклінг органічних відходів з метою утворення компосту. Створено першу компостувальну станцію у м. Львові на вулиці Пластовій 13, де проводиться аеробне компостування на відкритій місцевості.

Управління з питань поводження з відходами постійно проводить просвітницьку кампанію про необхідність сортування відходів. На території ЛКП “ТФ ЛЬВІВСПЕЦКОМУНСТРАНС”, що на вулиці Жовківській 18, створено навчальний центр, метою якого є навчити студентів, школярів та усіх мешканців міста правильно сортувати побутові відходи. За останній рік Центр провів велику роботу з більшою частиною учнівської молоді міста правильно сортувати побутові відходи.

Для покращення ситуації варто надалі вести роботу щодо пояснення мешканцям про екологічні та економічні аспекти сортування відходів, зокрема, про можливості економії коштів та цінності вторинної сировини.

Винярчук Я., Джура Н.

ВПЛИВ ВУГІЛЬНОЇ ШАХТИ «БУЖАНСЬКА» ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ НА ЗАГАЛЬНУ ТОКСИЧНІСТЬ ВОДИ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: YAROSLAVA.VYNIARCHUK@lnu.edu.ua*

Vyniarchuk Y., Dzhura N. THE INFLUENCE OF THE «BUZHANSKA» COAL MINE OF THE VOLYN REGION ON THE GENERAL TOXICITY OF WATER. The impact of the coal industry on the environment is analyzed. Using the example of the Buzhanska coal mine in the Volyn region, the general toxicity of water was studied by biotesting using *Allium cepa* L.

Вугільна промисловість є важливим джерелом енергії для багатьох країн, проте негативно впливає на навколишнє середовище. Під час видобутку та транспортування вугілля в атмосферу потрапляють шкідливі токсичні речовини: діоксид сірки, діоксид азоту, сажа. Вугільна промисловість спричиняє цілу низку серйозних екологічних проблем, а саме: забруднення повітря, зміна геологічного, гідрологічного та гідрохімічного режимів територій на яких розташовані вугледобувні підприємства. Не менш шкідливим є також скидання шахтних вод безпосередньо у річкову мережу (Огаренко, 2010).

Шахта «Бужанська» розташована у місті Нововолинськ Волинської області, як окремий підрозділ, входить до державного підприємства «Волиньвугілля». Будівництво копальні почалося ще у 1979 році. Станом на 2003 рік видобуто 83 тисячі тонн вугілля.

Шкідливість антропогенних чинників на довкілля можна комплексно оцінити за допомогою біотестування. Ефективним методом для визначення токсичного впливу широкого спектру хімічних речовин є біотестування за допомогою *Allium cepa* L.

Метою роботи було оцінити загальну токсичність води за впливу вугільної шахти «Бужанська» Волинської області за ростом коренів *Allium cepa* L.

Аналізували проби води, відібрані зі свердловини у селі Лудин Устилузької ОТГ (№1), з калюжі заказнику «Березина», який належить до Володимир-Волинського міжгосподарського лісгоспу (№2) і з водопровідної води шахти «Бужанська» (№3) Волинської обл. Контролем була дистильована вода. З відібраних проб води заклали дослід за загальноприйнятою методикою. Відфільтровану воду переносили у темні скляні посудини, на верхівку яких розміщували по одній цибулині таким чином, щоб денце торкалося рідини. Через 10 днів аналізували морфометричні показники *A. сера* у кожному варіанті. Для оцінки загальної токсичності води брали до уваги кількість корінців *A. сера* та їхню відносну довжину. Результати опрацьовували статистично. Отримані результати показали слабкий рівень пригнічення коренів *A. сера*: у всіх варіантах фітотоксичний ефект сягав 20%. Вода №3, яка була відібрана з шахти «Бужанська» не чинила токсичної дії на біотест *A. сера*, ймовірно, містить органічні речовини та сполуки, які вимиваються з породи під час охолодження водою і можуть проявляти стимулюючу дію на ріст рослин. Наступним нашим завданням буде проаналізувати фітотоксичність ґрунтів, відібраних з досліджуваних територій.

Отже, розуміння впливу вугільних шахт на довкілля є дуже важливим для прийняття належних заходів з мінімізації цих негативних наслідків. Розвиток екологічно чистих технологій видобутку вугілля і заміна його більш сталими джерелами енергії можуть допомогти зменшити негативний вплив вугільної промисловості на навколишнє середовище.

Гавриленко К. В.

**ЛІДИРУЮЧИЙ ГРИБКОВИЙ ТАКСОН БІОАЕРОЗОЛЮ
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ЗАПОРІЖЖЯ ТА ЙОГО ЗАЛЕЖНІСТЬ
ВІД МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ**

*Запорізький державний медико-фармацевтичний університет університет
просп. Маяковського, 26, м. Запоріжжя, 69035, Україна
e-mail: gavrilenko2525@gmail.com*

**Havrylenko K. THE LEADING FUNGAL TAXON OF BIOAEROSOL
IN THE ATMOSPHERIC AIR OF THE CITY OF ZAPORIZHZHYA AND ITS
DEPENDENCE ON METEOROLOGICAL CONDITIONS.** The absolute leader in the atmospheric air of Zaporizhzhia city is the genus of fungi *Cladosporium*. The influence of meteorological factors on the level of spores of fungi of the genus *Cladosporium* was studied. The most influential indicators were those related to air humidity.

Частота алергії на цвіль коливається від 6 до 24% у загальній популяції, до 44% серед атопіків та 8% серед астматиків. Понад 80 видів цвілі здатні викликати алергію негайного типу у сприятливих людей

та значно погіршувати здоров'я у людей зі зниженим імунним статусом (Simon-Nobbe, 2000). Абсолютним лідером в атмосферному повітрі міста Запоріжжя є рід грибів *Cladosporium*. Хоча моносенсибілізація до даного роду грибів досить рідко трапляється у пацієнтів з алергією на цвіль, білок Cla h 8 розпізнається 57% сенсibiliзованих до *Cladosporium herbarum* пацієнтів (Fukutomi, 2015). Таким чином, вивчення поведінки спор цих грибів є досить актуальним на сьогоднішній день, адже може допомогти попередити сприйнятливую частину населення до можливих спалахів фунгальних алергій. Тож, метою роботи був пошук залежності концентрації спор грибів роду *Cladosporium* у атмосферному повітрі м. Запоріжжя від метеорологічних умов.

Аналіз споруляції проводили на кафедрі медбіології ЗДМУ з використанням даних аеробіологічного моніторингу. Проби відбирали щорічно з 1 березня по 31 жовтня волюметричним методом. Для аналізу погодних факторів були використані дані метеостанції Запорізького міжнародного аеропорту за той же період. Аналіз і побудова графіків було здійснено за допомогою середовища мови програмування R.

Найвищі рівні спор спостерігали у літньо-осінній період. Серед 42 метеорологічних показників, які досліджували, 6 показників виявились найбільш вагомими: ранковий туман (0,45), точка роси (0,14), східний вітер (-0,22), західний вітер (0,25), шарувато-купчасті хмари (-0,008), високо-купчасті хмари (-0,008). Проста лінійна регресія показників *Cladosporium* відносно цих фактори має $R^2 = 0.274$. $F\text{-stat} = 48.21$.

Найбільш впливовими були показники, пов'язані з вологістю повітря.

Даниленко Є., Макаренко Е., Мегалінська Г.

ЦИТОТОКСИЧНА АКТИВНІСТЬ ЗОЛОТУШНИКА КАНАДСЬКОГО

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

Вул. Пирогова, 9, Київ, 02000

e-mail: Anna_megalin@ukr.net

Danylenko Y., Makarenko E., Megalinska A. CYTOTOXIC ACTIVITY OF SOLIDAGO CANADENSIS L. The paper presents experimental data on the study of cytostatic (antitumor) activity of *Solidago canadensis* L. and *Ambrosia artemisiifolia* L. We have demonstrated that the *Solidago canadensis* and *Ambrosia artemisiifolia* extract roots have high cytostatic activity. Thus, the high invasiveness of *Solidago canadensis* and *Ambrosia artemisiifolia* can be explained by the phytotoxic effect of the roots of these plants.

Останні роки з'явилися дані щодо інвазії чужорідного виду золотушника канадського (*Solidago canadensis* L.) в лісостепу України. Рослина характеризується високою плодючістю – більше ніж 10 тисяч насінин на одному генеративному пагоні. Батьківщина цього виду – Північна

Америка. За даними деяких авторів (Гусєва, 2020) корені золотушника синтезують речовини, які пригнічують ріст інших рослин.

Метою представленого дослідження було вивчення цитостатичної активності водного екстракту коренів золотушника канадського. Для визначення цитостатичної активності використали методику Іванова В.Б. в модифікації Мегалінської Г.П. Як тестовий об'єкт використовували проростки огірка з родини гарбузових, для яких характерний ранній розвиток бічних коренів. У коренях гарбузових закладка бічних коренів проходить у базальній частині меристеми, а в коренях інших рослин – у зоні диференціювання клітин після розтягування.

Рослина має фармакологічні властивості і використовується як сечогінний, жовчогінний, антибактеріальний засіб. Рослину використовують при піелонефриті, подагрі, поліартриті, при жовчо-кам'яній хворобі, бронхіальній астмі й туберкульозі легень. Оскільки меристема в нашому дослідженні виступає аналогом пухлинних клітин, проведене дослідження дозволить оцінити протипухлинний ефект золотушника канадського. Актуальність вивчення лікарського потенціалу *S. canadensis* пов'язано також з роботою Кейтлін Дж. та Райзенер з вивчення рослинних інгібіторів проникнення вірусу SARS-CoV. Автори довели, що високу інгібуючу активність виявляють суцвіття золотушника найвищого.

Проведене нами дослідження свідчить, що водний екстракт коренів золотушника канадського має високу цитостатичну активність, вже при концентрації 50 мг/мл мітотична активність пригнічується на 30%, а при концентрації 350 мг/мл на 60%.

Можна припустити, що інвазія золотушника в трав'яному ярусі забезпечується не тільки за рахунок високої насінневої продуктивності, а і за рахунок фітотоксичного ефекту з боку коренів рослини. Для того, щоб порівняти фітотоксичність золотушника з фітотоксичністю інших видів родини айстрові, ми провели дослідження цитостатичної активності амброзії полинолистої. Батьківщина амброзії полинолистої теж Північна Америка, але ця рослина має високу продуктивність та здатність до міграції. Плодючість амброзії – 100 тис. насінини з однієї рослини. Амброзія використовує велику кількість води та елементів мінерального живлення, що знижує родючість ґрунтів. Вивчення цитостатичної активності коренів амброзії полинолистої дозволяє зробити висновок, що остання має більш високу фітотоксичну активність, ніж Золотушник канадський. При концентрації 100 мг/мл водного екстракту кількість бічних коренів, а відповідно і інтенсивність мітозу зменшувалась на 65%. Можна констатувати, що не зважаючи на інвазію обох видів-трансформерів в природні екосистеми, фармакологічні властивості *Solidago canadensis* в умовах пандемії SARS-CoV2 можна використовувати для боротьби з

коронавірусами, а представлені вище дослідження дозволяють віднести золотушник до протипухлинних засобів.

Дворецький В., Бунас А., Ткач Є.

**СТАН УГРУПОВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ ҐРУНТУ ЗА ДІЇ
ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА DIAMOND GROW**

*Інститут агроекології і природокористування НААН України
03143, в. Метрологічна, м. Київ, Україна
e-mail: Bio-206316@ukr.net*

Dvoretzkyi V., Bunas A., Tkach E. THE STATE OF SOIL MICROORGANISMS COMMUNITY UNDER THE INFLUENCE OF ORGANO-MINERAL FERTILISER DIAMOND GROW. Any ecosystem is characterised by a complex trophic and spatial organisation, but at the same time they are dynamic, balanced and self-regulating. Soil microbial communities are in close interaction with all components of the ecosystem, and primarily with plants. The research has shown that the use of the organo-mineral fertiliser Diamond Grow (OMF-DG), compared to the control, has no toxic effect on the soil microflora, namely ammonifying bacteria, bacteria that use mineral forms of nitrogen, oligotrophs, streptomycetes, bacteria of the genus *Azotobacter*, micromycetes and soil biological activity. Indicators of carbon dioxide emission intensity with OMF-DG indicate a high level of overall biological activity of the soil and the processes taking place in it.

Будь-якій екосистемі притаманна складна трофічна та просторова організація, поряд з тим вони є динамічними, збалансованими і саморегулюючими. Угрупування мікроорганізмів ґрунту перебувають у тісній взаємодії з усіма компонентами екосистеми, і впершу чергу з рослинами. Структура мікробних популяцій (просторова, таксономічна, функціональна) переважно залежить від сукупності взаємовідносин, які складаються всередині угруповання. Відомо, що серед агрохімікатів та пестицидів, більшість є токсикантами широкого спектру дії. Діючі речовини останніх здатні накопичуватися і циркулювати в навколишньому середовищі, порушувати природні біоценози, завдавати шкоди хребетним та безхребетним тваринам, рослинам, впливати на стан здоров'я людини, створювати потенційну загрозу віддалених негативних наслідків (Чабанюк, 2017; Карпенко, 2021; Iutynska, 2019).

Вплив орґано-мінерального добрива Diamond Grow (OMF-DG) на мікробне угруповання визначали за чисельністю мікроорґанізмів основних еколого-трофічних та таксономічних груп, а саме амоніфікуючих бактерій, що використовують мінеральні форми азоту, оліготрофів, стрептоміцетів, бактерій роду *Azotobacter*, мікроміцетів. Всі мікробіологічні аналізи, тобто техніку відбору зразків ґрунту, виготовлення послідовних розведень

мікробних суспензій в фізіологічному розчині і посіви їх на агаризовані поживні середовища, здійснювали загальноприйнятими методами. Дослідження передбачало варіанти, а саме контроль (без внесення досліджуваної речовини), 1-кратну міні норму добрива (1 міні*ДП) – 3,85 мг/кг ґрунту; 1-кратну максимум норму добрива (1 максимум*ДП) – 19,2 мг/кг ґрунту; 10-кратну максимум норму добрива (10 максимум*ДП) – 0,19 мг/кг ґрунту.

Всі екзогенні чинники (біологічні, хімічні, фізичні, кліматичні) спричиняють зміни у структурі мікробного угруповання ґрунту. Проте мікроорганізми володіють високим рівнем адаптації до зовнішніх чинників за рахунок своєї поширеності, універсальності, адаптивності і надзвичайної швидкої пристосованості до умов існування. Виявлено, що OMF-DG у мінімальній, максимальній, 10-кратній максимальній концентрації сприяє зростанню чисельності мікроорганізмів досліджуваних основних еколого-трофічних та таксономічних груп. Для досліджуваних варіантів відсоток обростання грудочок ґрунту бактеріями роду *Azotobacter* становив 100 %. Чисельність амоніфікаторів, бактерій, що іммобілізують мінеральні форми азоту та оліготрофів зростала в 1,2–1,5 разів відносно контролю та залежала від норми внесеного OMF-DG. Так, для 1 міні*ДП чисельність амоніфікаторів становила $8,5 \pm 0,4$, для 1 максимум*ДП – $9,6 \pm 0,7$, для 10 максимум*ДП – $10,3 \pm 0,2$ млн КУО/г ґрунту. Чисельність оліготрофів для досліджуваних варіантів коливалась від $11,7 \pm 0,9$ до $14,2 \pm 2,3$ млн КУО/г ґрунту, а для контрольного варіанту де не вносилося додаткових речовин становила $10,5 \pm 0,5$ млн КУО/г ґрунту. Чисельність мікроміцетів зростала для 1 міні*ДП у 1,2 ($40,3 \pm 3,9$), для 10 максимум*ДП – 1,4 рази ($47,2 \pm 1,7$ тис КУО/г ґрунту) відносно контрольного варіанту ($33 \pm 4,8$ тис КУО/г ґрунту). Чисельність стрептоміцетів зросла у 1,5 рази для 1 міні*ДП (від $1,8 \pm 0,23$ млн КУО/г ґрунту), в 2,7 рази для 10 максимум*ДП ($2,5 \pm 0,22$) та в 3 рази для 10 максимум*ДП норми внесеного OMF-DG ($3,2 \pm 0,39$ млн КУО/г ґрунту).

Інтегральним показником стану ґрунту та фізіолого-метаболических процесів мікробіоценозу є інтенсивність виділення вуглекислоти. Інтенсивність виділення CO_2 при внесенні 1 міні*ДП OMF-DG складала $156,22$ мг CO_2 /г ґрунту, що на $8,61$ мг CO_2 /г ґрунту більше ніж на контрольному варіанті ($147,6$ мг CO_2 /г ґрунту). Порівняно з контрольним варіантом внесення 1 максимум*ДП та 10 максимум*ДП сприяло збільшенню емісії диоксиду вуглецю на 9,4 та 13,2%, відповідно (для 1 максимум*ДП – $161,5$ та 10 максимум*ДП – $167,1$ мг CO_2 /г ґрунту).

Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що застосування орґано-мінерального добрива Diamond Grow порівняно з контролем не проявляє токсичної дії на ґрунтову мікрофлору, в тому числі агрономічно-корисних мікроорганізмів. Показники інтенсивності емісії диоксиду вуглецю при застосуванні OMF-DG вказують на високий рівень загальної біологічної активності ґрунту та процесів, що в ньому протікають.

Духновський С., Русин І.

**ЗАГРОЗА ПОШИРЕННЯ ОМЕЛИ БІЛОЇ (*VISCUM ALBUM L.*)
НА ТЕРИТОРІЇ ДОВКОЛА НУ ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА**

Національний університет Львівська Політехніка

бул. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

e-mail: yevhenii.dukhnovskiy.eo.2022@lpnu.ua, iryna19rusyn@gmail.com

Dukhnovskiy Y., Rusyn I. THE THREAT OF SPREADING OF WHITE MISTLETOE (*VISCUM ALBUM L.*) ON THE TERRITORY AROUND LVIV POLYTECHNIC. The rapid and impressive expansion of white mistletoe (*Viscum album L.*) in the urban ecosystems resulting in the threat of the exist and tree health is reported. As the first step in combating it, the accounting of trees affected by mistletoe and the creation of a map of the distribution of mistletoe around university is initiated.

Омела біла (*Viscum album L.*) є природним паразитом дерев у Європі та Південній Азії (Mylo et al., 2021). Хронічна взаємодія омела-деревого-господар виявляє тривалий стрес для господаря, змінюючи його метаболізм (Alba Lázaro-González et al., 2021). Як епіфітний напівпаразит, омела розвиває ендоефітну гаусторіальну систему, що дозволяє всмоктувати воду та розчинені в ній сполуки дерева-господаря (Zuber, 2004). Поглинаючи вологу, омела спричиняє дефіциту води для гілок, результатом чого є уповільнення росту дерева та формування крони (Griebel et al., 2021). Як наслідок, дерево втрачає естетичний вигляд, його крона розріджується, і відповідно, ріст самого дерева сповільнюється. Дерево може співіснувати з омелою протягом довгих років, якщо враження омелою невелике. Проте інтенсивне паразитування омели є вагомою причиною загибелі дерев у наземних екосистемах, особливо, коли заражені дерева відчувають стрес через обмеження води, що натеper є поширеною проблемою у зв'язку з глобальною зміною клімату.

Омела демонструє швидко та вражаючу експансію в природні та міські екосистеми України. Моніторинг і управління цим видом, що швидко поширюється стає все складнішим (Krasulyenko et al., 2020). Боротьба з омелою активно ведеться у місті Києві, де за даними КО «Київзеленбуд» у 2022 році було видалено омелу з крон майже 5000 дерев у столичних парках та скверах. Інший столичний проект передбачає облік вражених омелою дерев за участі екологів та волонтерів. У нашому місті ми спостерігаємо недостатній рівень боротьби з омелою та її багаторічне паразитування на деревах скверів міста Львова, що ставить під загрозу подальшу долю дерев міста. Оскільки значення дерев у місті є надзвичайно важливим, як для сприятливого клімату, збереження біорізноманіття, так і детоксикації автомобільних викидів це представляє актуальну проблему.

Метою нашої роботи було оцінити особливості поширення омели білої в озелененні довкола НУ Львівська політехніка. Був проведений

моніторинг території загальною площею 308 015 м²: насаджень безпосередньо біля навчальних корпусів, а також у скверах біля них та в прилеглих 14 вулиць загальною протяжністю 4 971 м. Було виявлено 744 особини омели на 60 деревах скверів та 55 особин омели на 16 деревах у вуличному озелененні. У скверах спостерігали ураження 10,2 % дерев, проте інтенсивність ураження була досить значною: на деяких деревах виявлено по кілька десятків особин омели, і навіть 50-73 на одне дерево. Такі дерева виступають центрами розповсюдження паразитарної рослини на зростаючі поруч здорові дерева за участю птахів. Поруч кожного дерева з кількістю омели більше 10 особин виявлено кілька дерев з 1-5 особинами омели. Дереву вулиць вражені омелою в меншій мірі, 3,09% дерев, і кількість особин омели на одному дереві також невелика, в середньому 1-3 омели на дерево. Проте ураження омелою спостерігається лише на тих вулицях, які безпосередньо є біля скверів з інтенсивним паразитуванням омели, виявляючи стрімку експансію омели в урбоекосистемі. В той же час, зрізана омела могла б мати практичне застосування як біопаливо, сировина для отримання ліків чи декор. Якщо не буде вжито необхідних заходів по її знешкодженню, теперішні тенденції поширення омели збережуться, за кілька років може майже не залишитися здорових дерев. Дереву, які зростали десятиліттями, і екологічна роль яких така вагома у збалансованого розвитку міста, опинилися під серйозною загрозою існування.

Жигаль Н., Кузич О., Козінін М., Антоняк Г.

ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ У ХВОЇ РОСЛИН НА ТЕРИТОРІЇ МІСТА ЛЬВОВА

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: zhygalnazar@gmail.com*

Zhygal N., Kuzych O., Kozinin M., Antonyak H. CHLOROPHYLL CONTENT IN THE NEEDLES OF CONIFEROUS PLANTS IN THE TERRITORY OF THE CITY OF LVIV. The concentrations of photosynthetic pigments (chlorophylls *a* and *b*, as well as the total content of chlorophylls) in the needles of six species of coniferous plants (*Picea abies*, *Picea pungens*, *Cupressus sempervirens*, *Thuja occidentalis*, *Juniperus squamata* and *Taxus baccata*) growing in the city of Lviv were determined. It has been found that the concentrations of pigments in cells differ between plants of the Pinaceae, Cupressaceae and Taxaceae families. The results obtained indicate the specificity of adaptation of the photosynthetic apparatus in mentioned coniferous plants to growth conditions in urban areas.

Однією з головних проблем у сучасному світі є збереження належного екологічного стану довкілля, від якого залежить здоров'я

людини та її виживання як біологічного виду. Однак виробнича діяльність людей спричиняє погіршення якості навколишнього середовища, що особливо помітно у промислових містах. Тому актуальні заходи, скеровані на поліпшення стану компонентів довкілля в міських поселеннях. Одним із ефективних способів підтримання чистоти та належної якості довкілля є озеленення житлових масивів, територій, прилеглих до виробничих споруд, освітніх і лікувальних закладів. З метою озеленення часто використовують хвойні рослини, які мають важливе ландшафтне, водоохоронне, декоративне та естетичне значення. Проте на сьогодні видові особливості метаболізму в клітинах хвойних рослин вивчені недостатньою мірою. Тому метою роботи було з'ясувати концентрацію фотосинтетичних пігментів у хвої рослин класу Pinopsida на території міста Львова.

Для досліджень вибрали шість видів деревних і чагарникових рослин із різних родин голонасінних: ялина звичайна (*Picea abies* (L.) H.Karst.) і ялина колюча (*Picea pungens* Engelm.) з родини Pinaceae, кипарис вічнозелений (*Cupressus sempervirens* L.), туя західна (*Thuja occidentalis* L.) і ялівець лускатий (*Juniperus squamata* D.Don) з родини Cupressaceae; тис звичайний (*Taxus baccata* L.) з родини Taxaceae. Досліджувані види рослин ростуть на території, прилеглий до головного та навчальних корпусів Національного університету «Львівська політехніка». Відбір рослинного матеріалу, дослідження концентрації хлорофілу *a*- і *b*-типів (відповідно, Хл. *a* і Хл. *b*) та загальної концентрації хлорофілу (Хл. *a+b*) здійснювали з використанням стандартних методів. Результати досліджень опрацьовували методами варіаційної статистики.

Результати досліджень вказують на те, що концентрація фотосинтетичних пігментів неоднакова у хвої досліджуваних видів рослин. Зокрема, загальна концентрація хлорофілу досягає найбільшого значення у хвої рослин *Taxus baccata*, а найменшого значення – у хвої рослин *Picea pungens*. Згідно з отриманими результатами, середнє значення показника загальної концентрації хлорофілу у хвої досліджуваних видів рослин із родини Cupressaceae більше, ніж у хвої рослин з родини Pinaceae, але менше, ніж у хвої *Taxus baccata*. Особливо виразні відмінності виявляються у концентрації хлорофілу *a*-типу у хвої аналізованих видів рослин; натомість вірогідної різниці у концентрації хлорофілу *b*-типу не виявлено.

У процесі досліджень з'ясовані видові різниці в загальній концентрації хлорофілу та концентрації хлорофілу *a*-типу у хвої рослин класу Pinopsida, які ростуть на території міста Львова. Отримані результати вказують на особливості адаптації фотосинтетичного апарату рослин з родин Pinaceae, Cupressaceae і Taxaceae до умов росту на міській території.

Кабай А., Мамчур З.**ВИДИ РОСЛИН-ТРАНСФОРМЕРІВ У ДОЛИНІ РІЧКИ СТРВЯЖ
(РУДКІВСЬКА ОТГ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: andriyakabay@gmail.com*

**Kabay A., Mamchur Z. SPECIES OF TRANSFORMERS PLANTS
IN STRVYAZH RIVER VALLEY (RUDKIVSKA OTG OF LVIV REGION).**
Invasive flora in anthropogenically transformed and natural territories of the Rudkivska OTG was studied during the 2022–2023 growing season. Ten alien transformers species have been identified. They alter the conditions of the environment and species composition by their invasion. According to taxonomic classification, these species belong to families Asteraceae, Cucurbitaceae, Sapindaceae, Balsaminaceae.

Територія Рудківської громади історично давно заселена і, відповідно, господарсько освоєна. Антропогенне навантаження упродовж століть було значним, оскільки природні екосистеми змінені насамперед через вирубку лісів для ведення землеробства. У ХХ століття проводили різноманітні меліоративні заходи на заболочених територіях, що, безсумнівно, відбулося на екологічному стані річок Стрвях і Болозівки (Кабай, Мамчур, 2023).

Упродовж вегетаційного періоду 2022–2023 р. проведено дослідження поширення інвазійних видів у різних типах екосистем, як природних, так і антропогенно змінених. На основі власних досліджень та даних літератури й Інтернет-ресурсів встановили види чужорідних рослин із високим інвазійним потенціалом, які належать до видів-трансформерів: *Ambrosia artemisiifolia*, *Bidens frondosa*, *Erigeron annuus*, *Solidago canadensis*, *S. gigantea*, *Impatiens glandulifera*, *I. parviflora*, *Echinocystis lobata*, *Thadiantha dubia*, *Acer negundo*. За таксономічною приналежністю це види родин *Asteraceae*, *Cucurbitaceae*, *Sapindaceae*, *Balsaminaceae*.

Трансформери – це види, які становлять найбільшу загрозу для біорізноманіття регіону, в який вселяються, і можуть змінювати деякі показники середовища, зокрема, режими зволоження, освітлення, вологості повітря, параметри ґрунтів. Серед трансформерів є надмірні споживачі наявних ресурсів середовища, які виснажують ґрунт, і донори, котрі збагачують ресурсні можливості середовища.

Acer negundo домінує за рахунок постійного високого приросту біомаси, який забезпечується насіннєвим пресом, швидким ростом, раннім плодоношенням, толерантністю до гідрорежиму й трофності ґрунтів. Завдяки цим особливостям вид швидко стає домінантом, пригнічує низький підріст і сходи інших деревних видів, особливо відновлення видів родів *Salix* L. і *Populus* L., а також майже повністю знищує трав'яний ярус. *Ambrosia artemisiifolia* – карантинний вид, має алопатичні властивості,

що пригнічують розвиток інших рослин, значно виснажує ґрунтовий покрив, надмірно споживаючи поживні речовини та вологу. *Bidens frondosa* успішно утворює гібриди та витісняє аборигенний вид *B. tripartita*. *Echinocystis lobata* нарощує густу листкову масу, якою затіняє та пригнічує супутні види. *Impatiens glandulifera* та *I. parviflora* утворюють щільні зарості, що затіняють та пригнічують сходи інших рослин. *Erigeron annuus* властива висока адаптивна спроможність, відсутність природних ворогів, швидке та щільне поширення виду призводить до витіснення аборигенних видів. Для *Solidago canadensis* та *S. gigantea* характерні алелопатичні властивості, швидке вегетативне розмноження, що сприяє утворенню щільних заростей, котрі здатні витіснити аборигенну флору. *Thladiantha dubia* – виду властиве швидке вегетативне розмноження, рослина утворює монодомінатні угруповання, що пригнічують ріст природної флори.

Для запобігання поширенню рослин-трансформерів рекомендовано формування заходів раннього виявлення та швидкого реагування, моніторингу інвазійних видів рослин, а також проведення просвітніх заходів для населення.

Колосова Л.

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРАКТИКИ ОБМЕЖЕННЯ КОСІННЯ ТЕРИТОРІЙ З ТРАВ'ЯНИСТИМ ПОКРИВОМ У МІСТІ ВІННИЦЯ

Донецький національний університет імені Василя Стуса
вул. 600-річчя, 21, м. Вінниця, 21021, Україна
e-mail: kolosova.l@donnu.edu.ua

Kolosova L. THE RELEVANCE OF THE GRASSLAND MOWING LIMITATION PRACTICE IN VINNYTSIA CITY. Urban areas face significant biodiversity loss due to habitat destruction, fragmentation, and pollution, leading to diminished ecosystem services and wildlife populations, exacerbating environmental degradation and threatening human well-being. The research aims to discover the efficiency of the grassland mowing limitation practice and to identify problems that may arise when applying this approach.

Втрата біорізноманіття є однією зі значних проблем, з якими зараз стикнулось людство. Найбільше на втрату біорізноманіття впливає саме людська діяльність: забруднення, зміна землекористування, діяльність, що спричиняє кліматичні зміни, поширення інвазійних видів. Втрата біорізноманіття веде за собою руйнування екосистем, що в свою чергу може призвести до непрогнозованих наслідків.

У містах ситуація значно гірша – на це впливає високий рівень урбанізації: спосіб життя людини, неналежне поводження з відходами, активна забудова та використання транспорту, деградація зелено-блакитної інфраструктури. Значний вплив мають також і типи озеленення та способи утримання зелених насаджень, які застосовуються в містах, зокрема регулярне косіння значних територій.

Користь від косіння різнотрав'я та ділянок, які не є традиційним газonom, є сумнівною, оскільки окрім значної витрати ресурсів значно впливає на видове різноманіття. Обмеження косіння окремих визначених ділянок вже застосовують закордоном, адже існує думка, що саме трав'яні біотопи є одними з таких, що можуть найбільше впливати на збереження біорізноманіття в урбанізованій території. Окрім того, вони надають ряд екосистемних послуг, таких як очищення повітря, зниження температури, зменшення рівня шуму, утримання надлишкової води, захист ґрунту від ерозії. Це особливо актуально з огляду на проблему кліматичних змін та необхідності адаптації міст до цього.

У свою чергу, вирішення зазначених вище проблем запобігання змінам клімату та адаптації до них і збереження біорізноманіття є досить пріоритетними для м. Вінниці, це відображено в Зеленому курсі Вінниці, який було проголошено містом в січні 2022 року. Так, було прийнято рішення про тестування підходу обмеження косіння на окремих ділянках. У рамках цього в 2022 році було визначено першу тестову ділянку – роздільна смуга вздовж трамвайних колій загальною площею близько 4 000 м². Косіння ділянки було обмежено до 2 разів на рік. У 2023 році таку практику було поширено на 2 інших подібних ділянках.

Упродовж цього періоду проводилося спостереження за тестовими територіями, а також було попередньо визначено видовий склад рослинності. Встановлено, що перша тестова ділянка має досить різноманітний видовий склад – більше 40 видів судинних рослин, однак можна спостерігати неоднорідність рослинності, наявність інвазійних видів та суттєве домінування злакових. Це пов'язано з тим, що раніше ділянку було засіяно газонною сумішшю, проте газон деградував унаслідок неналежного догляду. Заселення ділянки іншими рослинами можна пов'язати з тим, що поруч знаходиться природна ділянка з лучною рослинністю. Очевидно, що зміна видового складу на різних ділянках залежатиме від їхнього розташування та об'єктів поруч.

Окрім того, було визначено потенційні проблеми підходу, розпочато роботу щодо формування громадської думки. Передбачається пошук шляхів вирішення визначених проблем для можливості масштабування практики на все місто.

Кость Н., Василюк С.

ЕНТОМОРЕМЕДІАЦІЯ ЗАБРУДНЕНИХ МІКОТОКСИНАМИ
ВІДХОДІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ЗА ДОПОМОГОЮ
ЛИЧИНОК *HERMETIA ILLUCENS*

*Національний університет «Львівська політехніка»
79013, Україна, Львів, вул. С.Бандери, 12
e-mail: nazkost27@gmail.com*

Kost N., Vasylyuk S. ENTOMOREMEDIATION OF MYCOTOXIN-
CONTAMINATED AGRO-INDUSTRIAL WASTE USING *HERMETIA ILLU-*

CENS LARVAEA study of the effects on the growth, survival rate and development of *H. illucens* larvae contaminated with mycotoxins by-products of the agro-industrial complex is presented. For the investigated substrates, the level of substrate reduction by larvae and substrate conversion coefficients in *H. illucens* biomass were determined. The content of the mycotoxin deoxynivalenol (DON) in protein flour extracted from *H. illucens* larvae that grew and developed on a substrate prepared with the addition of mycotoxic corn was investigated.

Щорічно вітчизняний та світовий агропромисловий комплекс зазнає значних збитків, спричинених грибами роду *Fusarium*, що вражають зерно основних сільськогосподарських культур, таких як кукурудза, пшениця, жито, ячмінь та ін. Непридатність зібраного врожаю, ураженого грибами *Fusarium* spp., пояснюється накопиченням у ньому вторинних метаболітів грибів - мікотоксинів, які є надзвичайно токсичними речовинами для людей та тварин. Найпоширенішим мікотоксином, що продукується грибами роду *Fusarium* є вомітоксин або деоксиніваленол (DON). Вомітоксин спричиняє гострі харчові отруєння в людей і тварин, тому зерно, що перевищує допустимі ліміти концентрації даного токсину забирається з харчового ланцюга для подальшого використання (Steinkellner et al., 2019). Таким чином, виникає потреба в безпечній, ефективній та промисловій утилізації значної кількості рослинної сировини, що має надмірну концентрацію деоксиніваленолу чи інших мікотоксинів. Попри те, що існують певні методи детоксикації, вони не використовуються в промисловості через значну вартість, надмірну часозатратність й низьку ефективність (Gulsunoglu et al., 2019). Личинки мух *Hermetia illucens* можуть стати перспективним шляхом вирішення окресленої проблеми завдяки їх здатності ефективно розкласти органічні відходи.

З цього погляду нами було проведено тестування можливості переробки личинками *H. illucens* забруднених мікотоксинами побічних продуктів агропромислового комплексу у промислових умовах на виробничих потужностях ТОВ “Інсектерра”. В ході досліджень було виявлено, що використання для вирощування личинок середовищ, які містили мікотоксини, у більшості експериментів не спричиняло негативного впливу на ріст, розвиток та рівень виживання личинок. Варто також зазначити, що подекуди (у випадку використання субстрату з забрудненої мікотоксинами кукурудзи і пшеничних висівків) спостерігали кращий набір маси і ріст порівняно з контрольним субстратом, що не містив продуктів з мікотоксинами.

Для оцінки здатності личинок *Hermetia illucens* акумулювати дезоксиніваленол (DON) із спожитих субстратів нами було проаналізовано його вміст в білковому борошні, одержаному з личинок, що росли на субстраті, який містив кукурудзу, забруднену цим мікотоксином. Проведені

аналізи засвідчили відсутність зазначеного мікотоксину (0,00 ppm) в зразку білкового борошна при тому, що початковий вміст мікотоксину в кукурудзі був на рівні 2,6 ppm. Дані результати вказують на здатність личинок *H. illucens* не акумулювати в собі мікотоксини в первинному вигляді та ефективно використовувати їх для утилізації рослинної біомаси забрудненої мікотоксинами.

Лелека Д.

**ПІЛОТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПАСІВ ОРГАНІЧНОГО КАРБОНУ
В ЕКОСИСТЕМАХ СТАРОВІКОВИХ ЛІСІВ ВОДОДІЛЬНО-
ВЕРХОВИНСЬКОГО ХРЕБТА (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)**

*Інститут Екології Карпат НАН України
вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79000, Україна
e-mail: lifeisbeautiful638@gmail.com*

Leleka D. PILOT STUDIES OF ORGANIC CARBON STOCKS IN OLD-GROWS FOREST ECOSYSTEMS OF THE VODODILNO-VERKHOVYNA RIDGE (UKRAINIAN CARPATHIANS). In this work, the reserves of organic carbon of the Vododilno-Verkhovyna Ridge were studied. Two plots were laid, near the village of Verkhne Gusne. The reserves of organic carbon in the litter amounted to $6,67 \pm 0,31 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ in the first plot and $7,40 \pm 0,47 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ in the second plot, respectively. Stocks of organic carbon in coarse woody debris in the first plot was $21,21 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and in the second plot - $19,46 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. The reserves of organic carbon in the soil (0-25 cm) in the first plot are equal to $65,17 \pm 13,11 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, in the second plot - $41,21 \pm 4,81 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. To show the dynamics of seasonal changes litter samples were taken on November 10, 2023. In the first plot, the reserves of organic carbon amounted to $7,13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ and in the second plot - $8,85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Проблема збільшення кількості вуглекислого газу в атмосфері стає дедалі відчутнішою. Лісові екосистеми є одними з найбільш ефективних регуляторів процесів біогеохімічного колообігу Карбону, а також найбільшим наземним резервуаром органічного Карбону вилученого з атмосфери в процесі дихання. Природні старовікові ліси відіграють у цьому процесі важливу роль, оскільки секвеструють атмосферний CO_2 на тривалий час у фітомасі, підстилці, мертвій деревині та ґрунті.

З огляду на це, було проведено дослідження запасів органічного Карбону у межах Вододільно-Верховинського хребта, а саме його північних схилів, поблизу с. Верхнє Гусне Самбірського р-ну Львівської області. На цій території були закладені дві ділянки площею 100 m^2 ($10 \times 10 \text{ m}$) у букових лісах віком 80-150 років, розташованих на висотах 890-1080 м н.р.м. (Пижик, Шпаківська, 2020). У межах цих ділянок відбирали зразки підстилки ($n=3$) за допомогою рамки розміром $25 \times 25 \text{ cm}$ (Lars

Vesterdal, 2007). Вміст органічного Карбону в лісовій підстилці визначали методом сухого озолення. Проби ґрунту відбирали з кожного генетичного горизонту у трьох кратній повторюваності. Визначення органічного карбону проводили методом біхроматного окислення з подальшим фотометруванням отриманого розчину. Облік мертвої деревини $\phi > 7$ см проводили в межах всієї пробної площі, а на ділянках 3×3 м проводили облік грубих деревних залишків ϕ 1-7 см. Для перерахунку вмісту органічного Карбону використовували коефіцієнт 0,45 для лісової підстилки і 0,50 для грубих деревних залишків. Для обрахунку запасів $C_{\text{орг}}$ було використано середню щільність мертвої деревини для цієї території, а саме – $345 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ (Білоус, 2014, Пижик, Шпаківська, 2022).

У результаті проведених досліджень отримано дані щодо запасів органічного Карбону у трьох компонентах лісових екосистем: мертва деревина, підстилка, ґрунт. Зразки відбирали у травні 2023 року. Запаси органічного Карбону у підстилці становили $6,67 \pm 0,31 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ на першій ділянці та $7,40 \pm 0,47 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ на другій ділянці. Запаси органічного Карбону у грубих деревних залишках на першій ділянці були $21,21 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, а на другій – $19,46 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Запаси органічного Карбону у ґрунті (0 – 25 см) на першій ділянці становили $65,17 \pm 13,11 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, а на другій – $41,21 \pm 4,81 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Щоб показати сезонну динаміку запасів підстилки, були відібрані її зразки у першій декаді листопада 2023 року після опадання листя дерев і чагарників, відмирання частини трав. На першій ділянці запаси органічного карбону збільшились до $7,13 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, а на другій ділянці – до $8,85 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Це пов'язано із надходженням свіжого опаду на поверхню ґрунту.

Отже, встановлено, що загальні запаси органічного Карбону старовікових букових лісів Вододільно-Верховинського хребта, розташованих на висотах 890-1080 м н.р.м. у пулі підстилка – мертва деревина – ґрунт знаходяться у межах $31,09-22,93 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$.

Микитин А., Драч Ю., Мамчур З.

**МЕРТВА ДЕРЕВИНА ЯК СУБСТРАТ ДЛЯ ПОСЕЛЕННЯ
ЕПІКСИЛЬНИХ МОХОПОДІБНИХ ПАРКУ ПАМ'ЯТКИ
САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА МІСЦЕВОГО
ЗНАЧЕННЯ «ЗАЛІЗНА ВОДА»**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: adriana.mykytyn@lnu.edu.ua*

Mykytyn A., Drach Yu., Mamchur Z. DEAD WOOD AS A SUBSTRATE FOR EPIXYL MOSSES OF LOCAL PARK-MONUMENT OF LANDSCAPE GARDENING «ZALIZNA VODA» Bryophytes on dead wood substrate of local park-monument of landscape gardening «Zalizna voda» have

been studied. Based on our survey, 12 species belonging to 10 families, and 11 orders were identified. Hemisciophytes, mesophytes, moderately heat-tolerant and neutrophils are predominating according to the ecological groups classification. The prevailing life forms are rough mat and smooth mat.

Зелені насадження Львова є важливим фітоблоком в урбоєкосистемі та відіграють важливу роль для збереження біорізноманіття. Парк пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Залізна вода» належить до природно-заповідного фонду, закладений у 1905 р. на схилах ярів з численними джерелами, у воді яких є залізо, що і дало своєрідну назву цій місцевості. Площа парку становить 19,1 га (Кучерявий, 2008).

Важливим субстратом для поселення мохоподібних є гнила деревина, причому важливими для дослідження є різні стадії. Унаслідок господарської діяльності в парку зменшується кількість гнилої деревини, що істотно впливає на кількісний та якісний склад ксилотрофітів, у тому числі епіксільної бріофлори (Goia, 2019).

Дослідження епіксільних мохоподібних проводили упродовж вегетаційного періоду 2023 року на території парку «Залізна вода». Було обстежено колоди різної стадії розкладу, пеньки, гілки, у тому числі у воді потоків. У результаті дослідження на території парку виявлено 12 видів з 11 родів, 10 родин та двох відділів (Bryophyta та Marchantiophyta) мохоподібних. Зокрема, печіночники: *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort., *Metzgeria furcata* (L.) Dumort, листкостеблові мохи: *Anomodon attenuatus* (Hedw.) Hübner, *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp., *B. salebrosum* (Hoffm. ex Web. et Mohr) Schimp., *Hygroamblystegium varium* (Hedw.) Mönk., *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Orthotrichum pallens* Bruch ex Brid., *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske, *Pseudoleskeella nervosa* (Brid.) Nyholm, *Ptychostomum moravicum* (Podp.) Ros et Mazimpaka, *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp.

Серед мохоподібних субстрату гнилої деревини виділяють облигатні та факультативні епіксіли. Облігатні види обмежені виключно гнилою деревиною, зрідка вони можуть траплятися на інших субстратах – корі чи у прикореневій частині дерев (*Lophocolea heterophylla*, *Pseudoleskeella nervosa* та *Brachythecium rutabulum*). Факультативні епіфіти більшою мірою приурочені до кори живих дерев, і залишаються упродовж певного періоду на мертвій колоді чи пеньку (*Anomodon attenuatus*, *Hygroamblystegium varium*, *Orthotrichum pallens*, *Pylaisia polyantha*,). З процесом перегнивання деревини вони випадають і замінюються епігейними видами (*Oxyrrhynchium hians*, *Brachythecium rutabulum*).

Якщо серед епіксілів початкової стадії гниття окрім килимових форм полісубстратних видів (*Pylaisia polyantha*, *Hypnum cupressiforme*, *Hygroamblystegium varium*) можна знайти види з подушковою життєвою формою (*Orthotrichum pallens*, *Ptychostomum moravicum*), то на останніх

стадіях переважає килимова форма життєва форма (*Brachythecium rutabulum*, *B. salebrosum*, *Oxyrrhynchium hians*).

Для росту й розвитку мохоподібних важливими є показники мікроклімату, передусім режими зволоження, освітлення і температури. За реакцією на вологість на території парку «Залізна вода» серед виявлених видів мохоподібні представлені гемісціофітами та субгеліофітами. За температурним режимом більшість видів є помірнотеплолюбними та холодотолерантними. За реакцією на вологість середовища переважають мезофіти та ксеромезофіти. За реакцією на рН переважають нейтрофіли. А чотири види є субацидофілами, їх знайдено на гнилій деревині хвойних.

Таким чином серед видів епіксільних мохоподібних на території парку «Залізна вода» виявлені види більше чутливі до водного режиму, ніж епіфіти, які можуть витримувати посушливіші умови, а також витримують більше затінення.

¹Михайлюк С., ¹Цвілинюк О., ²Романович М.

ЕФЕКТИВНІСТЬ МУРАШИНОЇ КИСЛОТИ ПРОТИ ВАРООЗУ БДЖІЛ

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Інститут біології тварин НААН, вул. Василя Стуса, 38, м. Львів, 79034, Україна
e-mail: solomiia.mykhailiuk@lnu.edu.ua

Mykhailiuk S., Tsvilinyuk O., Romanovych M. THE EFFECTIVENESS OF FORMIC ACID FOR THE CONTROL OF VARROOSIS IN BEES. A study on the effectiveness of formic acid for the control the ectoparasitic of the honey bee, *Varroa destructor*, has been conducted. The study was conducted on our own apiary. The results obtained showed that formic acid has a negative impact on the mites and can replace synthetic pesticides, which are harmful to humans and beekeeping.

Медоносні бджоли (*Apis mellifera L.*) відіграють важливу роль для екосистеми Землі. Запилення за допомогою бджіл є ключовим екологічним чинником, який підтримує розмаїття рослин і забезпечує плодоношення.

Однак, через людську діяльність кількість бджіл стрімко зменшується. Також великою проблемою є ураження бджолиних сімей кліщем вароа (*Varroa destructor*), який на даний момент є найбільш шкідливим ектопаразитом бджіл (Білик, 2005).

Уражені кліщем бджоли часто проявляють ознаки втрати ваги, зневоднення, скороченої тривалості життя, зниження дальності польоту, а також репродуктивної здатності маток та трутнів. Внаслідок цього в уражених колоніях бджіл виникає захворювання – варооз. За відсутності заходів з профілактики та лікування вароозу будь-яка бджолина сім'я гине впродовж 1–4 років (Bava, 2022).

Для боротьби з вароозом розроблено багато хімічних препаратів. Але при їхньому постійному використанні виникає резистентність у кліщів та забруднюється продукція бджільництва. Відомо, що застосування органічних кислот є одним з поширених екологічно безпечних методів боротьби з вароозом (Разанова, 2017).

Тому метою нашого дослідження було перевірити ефективність мурашиної кислоти проти кліщів вароа.

Після відбору меду та скорочення гнізд, на початку осіннього періоду, вулики були оброблені синтетичним препаратом «Біпін» (діюча речовина – амітраз), але через теплу осінь бджолині сім'ї вирощували розплід та активно здійснювали обліт, що звичайно сприяло реінвазії кліща.

У зв'язку з вищевказаними факторами було проведено завершальну (пізньоосінню) обробку бджолиних колоній мурашиною кислотою в концентрації 65%, яка мінімізує шкоду для бджіл у порівнянні з її концентрацією – 83%. У період досліджень, а саме 04.11.2023, середньо добова температура становила +16°C. Кислотою (100 мл) просочували марлеву тканину, розміром 10 на 10 см, складену у три шари і розміщували зверху корпусу вулика на рамках та витримували впродовж 4 діб (одноразово). За температури навколишнього середовища від +14 до +25°C кислота випаровувалася поступово, дифундувала у вулику, повітряним шляхом потрапляла на поверхню кожної бджоли. Застосування випарів мурашиної кислоти зумовлює пошкодження дихального апарату кліщів. Від цього кліщі падали, прилипали до змащеного смальцем картону, яким передньо було застелене дно вулика

Щоб визначити ефективність кислоти рахували кількість кліщів на листі картону у дослідному вулику та порівнювали з контролем (бджолосім'я без застосування кислоти). У дослідному вулику було 9 мертвих кліщів, а в контролі не було жодного.

Також слід пам'ятати, що кислота може бути дуже токсичною для бджіл під час її передозування або при підвищенні температури у вулику через слабку вентиляцію. Можлива втрата бджіл та матки.

Отже, робимо висновок, що 65 % мурашина кислота ефективна проти вароозу бджіл.

Мовчан А., Мегалінська Г., Білик Ж.

**PISTIA ШАРУВАТА ЯК ОЧИЩУВАЧ ВОДНОГО
СЕРЕДОВИЩА ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

*Український Державний університет імені М. Драгоманова
Вул. Пирогова, 9, Київ, 02000
e-mail: Anna_megalin@ukr.net*

**Movchan A., Megalinska A., Bilyk Zh. PISTIA STRATIOTES AS A
PURIFIER OF THE AQUATIC ENVIRONMENT FROM HEAVY METALS**The

results of the experiment on the presence of *Pistia stratiotes* plants in tanks with zinc sulfate and lead acetate show that the plant acts as an active cleaner and reduces the amount of zinc in the water by 66.6% in a week, and the concentration of lead ions decreases by 96.7%.

Проблема очистки води є актуальною проблемою сьогодення, особливо в межах мегаполісів, де у природні водойми скидаються промислові та побутові стоки.

Внаслідок військових дій катастрофічно збільшується забрудненість України важкими металами. Зокрема перевищення концентрацій свинцю в окремих районах сягає 25 фонових значень, цинку- 12, калію - 13, нікелю – 8.

Токсичний вплив важких металів на живі організми виявляється в інгібуванні активності ферментів, утворенні комплексних сполук з білковими молекулами та їхніми фрагментами, здатності проникати крізь мембрани клітин, утворювати нерозчинні сульфіді і фосфати. Це призводить до порушення обміну, деградації найважливіших метаболітів, насамперед АТФ.

Перспективним методом очищення водойм є фіторемедіація, або очищення за допомогою вищих рослин. В якості рослин гідробіонтів, які здатні адсорбувати важкі метали, розглядаються ряска мала, пістія шарувата та інші (Сорокіна, 2021). Метою представленого дослідження було вивчення ремедіаційної активності пістії шаруватої відносно цинку і свинцю.

Здатність пістії адсорбувати важкі метали визначали методом вольтамперметрії в ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О. М. Марзєєва». Солі плюмбуму і цинку вносили в резервуари з рослинами пістії з розрахунку 0,03 мг/г біомаси. Об'єктом дослідження була сировина рослин пістії. Відповідно до наших спостережень та спостережень інших авторів пістія шарувата все частіше трапляється в річках та озерах міста Києва та Київської області (Прокопук, 2017). В той же час кліматичні умови України зупиняють інвазію досліджуваного виду завдяки низьким температурам у зимовий період.

Як свідчать результати дослідження, пістія шарувата за тиждень зменшує кількість цинку в водоймі на 66,6%, а за два тижні на 91,5%. Іони свинцю пістія поглинає більш інтенсивно – за тиждень концентрація іонів свинцю зменшується на 96,7%, а за два тижні на 99%. Представлені результати свідчать, що пістія шарувата є активним поглиначем цинку і свинцю. При цьому свинець пістія поглинає більш інтенсивно, ніж цинк. Така ремедіативна активність рослини може бути пов'язана як з метаболізмом рослини, так і з особливостями будови повітроносної паренхіми в пагонах, яка можливо адсорбує іони важких металів. Якщо ця гіпотеза правильна, можна очікувати, що фільтри з сировини пістії будуть

затримувати іони важких металів і, таким чином, очищувати воду від токсичних солей.

Також нами досліджувалась каталазна активність пістії шаруватої, яка перебувала у воді з розчинами цинку, свинцю та хрому. Каталазну активність визначали спектрофотометричним методом, який базується на утворенні забарвленого комплексу пероксиду водню з молібдатом амонію. Результати дослідження свідчать, що активність каталази у всіх варіантах досліду збільшувалась відносно контролю. Цей факт доводить, що цинк, свинець та хром виступають токсичними елементами, які викликають оксидативний стрес, на який реагує вагома частина антиоксидантної системи, якою є каталаза. Гіпотетично, наведені результати експерименту дозволяють припустити, що підвищення каталазної активності у пістії шаруватої може слугувати маркером забруднення водойм важкими металами.

Нечипорук Т., Русин І.

КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ В УКРАЇНІ: СЬОГОДЕННЯ ТА ПРОГНОЗ

Національний університет Львівська Політехніка

вул. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

e-mail: tetyana.nm01@gmail.com, iryna19rusyn@gmail.com

Nechyporuk T., Rusyn I. CLIMATE CHANGES IN UKRAINE: NOW-ADAYS AND FORECAST. For 1880 по 2017 temperature in Ukraine had risen up to 1.5°C. According to forecasts, by 2080, the average temperature in Ukraine will increase by 1.6–3.5°C compared to the base period of 1981–2010 within a moderate emissions scenario (RCP 4.5) and by 3.4–6.2 °C within a high concentration of greenhouse gases (RCP 8.5).

Наслідком урбанізації та високого рівня індустріалізації є надмірна кількість парникових викидів, що надходять до атмосфери в результаті експлуатації традиційних невідновлювальних джерел енергії. Середня концентрація CO₂, яка утримувалася не вище 300 ppm протягом тисячоліть, набула стрімкого зростання з 1970-их років і станом на 2022 рік становить вже 417,06 ppm (NCEI, NOAA, 2024). Незважаючи на всі світові зусилля та програми, спрямовані на досягнення карбон-нейтральності, суттєвої позитивної динаміки в зниженні викидів CO₂ не спостерігається, а в 2023 році викиди CO₂ становили 37,7 Гт, досягнувши рекордного рівня (IEA, 2024). Вивільнення парникових газів в результаті господарської діяльності людини є основною причиною глобальних кліматичних змін: в 2023 році глобальне потепління вперше за останні сто років перетнуло межу 1,54°C (Berkeley Earth, 2024). В 2023 році зафіксоване безпрецедентне підвищення температури в океані у північно-східній Атлантиці на 1,6°C вище середнього спостережень за 1979–2022 роки (ERA5, 2024).

Враховуючи те, що проблема зміни клімату лише загострюється, особливо важливо з’ясувати, як може змінитись клімат у нашій країні.

Згідно з результатами досліджень фонду Berkeley Earth, за період від 1880 по 2017 рр. температура повітря на території України зросла в середньому на 1,5°C. Особливо істотне підвищення температури було зафіксовано у другій половині ХХ століття. Дослідження (Балабух, 2017) показує, що середньорічна температура повітря за 1991–2010 рр. збільшилася на 0,8 °C порівняно з 1961–1990 рр. При цьому, найбільш виражений ефект у рості середньої температури повітря січня, 2°C. Так, на крайньому північному сході території України стандарт кліматологічної норми в 1961–1990-х роках мав ізотерму -6°C, тоді як за період з 1991 по 2010рр. ізотерма становила вже - 4,0° (CFE, 2014).

Проте, в останні десятиліття Україна, як і вся східно-центральна Європа, зазнала суттєво більшого потепління, ніж навколишні регіони планети завдяки своєму географічному континентальному розташуванню. Як ідеться у звіті ООН, у міру підвищення температури її вплив не розподіляється рівномірно по всій земній кулі. Даний факт викликає занепокоєння, бо навіть при мінімальному загальносвітовому підвищенні температури, наслідки в Україні можуть бути більш катастрофічними та супроводжуватися аномально високими температурами влітку. Це найбільш відчутно в містах, де міський острів тепла додає ще близько 3°C до середніх температур.

Згідно з прогнозами, до 2050 років середня температура повітря в Україні зросте на 1,2–3,0°C відносно базового періоду 1981–2010 рр. за умови помірного сценарію викидів (RCP 4.5) та на 1,7–4,1°C за умови високої концентрації парникових газів (RCP 8.5) (Wilson et al, 2021), що значно більше, ніж те, що спостерігалось за все останнє століття. А до кінця 2080 років середня температура може зрости порівняно з кінцем ХХ століття на 1,6°C–3,5°C за RCP4.5 та 3,4°C–6,2°C за сценарієм RCP8.5. Найбільш значне річне підвищення температури прогнозується на сході та північному сході України, і найменше – на заході України. Іншим наслідком може бути прогнозований дефіцит води на півдні та сході України, зростання на 10–25% екстремальних опадів та повені (Wilson et al, 2021). Вже зараз ми є свідками загрозливих кліматичних змін, і зокрема, найтеплішого за всю історію спостережень лютого в Україні, що на 4,8–6,7°C вище за кліматичну норму. Найшвидший перехід до зелених технологій у всіх сферах: транспорті, промисловості та енергетиці, у землекористуванні та сільському господарстві може загальмувати загрозливий хід кліматичних змін та пом’якшити прогнозовані наслідки.

Плесков І., Мегалінська Г., Білик Ж.

**БІОВУГІЛЛЯ ЯК СПОСІБ ЗМЕНШЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ
ГРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{6+} ТА ДИЗЕЛЬНИМ ПАЛЬНИМ**

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

Вул. Пирогова, 9, Київ, 02000

e-mail: Anna_megalin@ukr.net

Megalinska A., Plieskov I., Bilyk Zh. BIOCHAR AS A WAY TO REDUCE PHYTOTOXICITY OF SOILS CONTAMINATED WITH Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{6+} AND DIESEL FUEL. The effect of phytotoxicity of soils contaminated with zinc, lead, chromium and diesel fuel against wheat, corn and oat plants was investigated. It was found that the most toxic pollutant among those mentioned was lead, followed by diesel, zinc and hexavalent chromium. The most sensitive plant to the above pollutants is oats, followed by corn and wheat. It has been experimentally proven that the use of biochar reduces the phytotoxicity of plumbum and zinc ions and diesel fuel.

Війна на території України викликала величезну кількість екологічних проблем, у тому числі і забруднення ґрунтів важкими металами та нафтопродуктами. У звіті програми NASA Harvest було продемонстровано, що 2,1-2,8 мільйона гектарів першокласних сільськогосподарських угідь в Україні були знищені унаслідок війни з 2022 року і, нажаль, цей процес продовжується. У роботі Сплодитель А. та співавторів (2023) було продемонстровано, що найпоширенішими поллютантами, які забруднюють ґрунти при застосуванні всіх видів зброї є іони плумбуму, цинку та хрому, а також дизельне паливо. Тому метою роботи було дослідження фітотоксичності ґрунтів, забруднених Zn^{2+} , Pb^{2+} , Cr^{6+} та дизельним паливом та вплив біовугілля на фітотоксичність цих ґрунтів. Експеримент полягав у тому, що насіння кукурудзи, пшениці та вівса вирощували на ґрунтах, у які вносили іони важких металів і дизельне паливо у концентрації рівній $2 \times \text{ГДК}$. Дизельне паливо вносили в кількості 2 г на кг ґрунту, перераховуючи на об'єм (відповідно до довідкових даних було прийнято середню густину дизельного пального за 0,825 г/см³). Рослини пророщувалися в пластикових горщиках при температурі 18°C та природному освітленні в 800 люкс. на універсальному ґрунті «Субстрат Florio» на основі торфу з додаванням біовугілля торгової марки Біочар (Biochar), виробництва Україна. На 14 добу експерименту рослини препарували та вимірювали масу коренів, яку використовували для обчислення фітотоксичності за формулою (1) (Писаренко, 2022). $FE = [(M0 - MK) / M0] \times 100\%$ де FE – фітотоксичний ефект; M0 – це маса коренів контрольного зразка; MK – це маса коренів рослин, вирощених на забруднених ґрунтах.

Виходячи з результатів дослідження найбільш токсичним металом виявився плумбум: так для вівса коефіцієнт фітотоксичності складає 71%, для кукурудзи 61%, а для пшениці 52%.

На другому місці за токсичністю знаходиться дизельне пальне, коефіцієнт токсичності для вівса складає 50%, для кукурудзи – 43%, для пшениці – 35%. Фітотоксичність цинку складала для вівса 64%, для кукурудзи – 48%, для пшениці – 24%. Менш токсичним виявився шестивалентний хром $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$. Так, для вівса коефіцієнт фітотоксичності хрому складав 31%, для пшениці – 17%, а для кукурудзи – 10%. Наші дослідження доводять гіпотезу, що Cr^{6+} , який у чистому вигляді є досить токсичним для рослин, у ґрунтах перетворюється на Cr^{3+} , який є менш токсичним для організму рослин. Якщо поррахувати середню фітотоксичність усіх досліджених полютантів відносно кожної рослини, то найбільш чутливою культурою є овес (середній коефіцієнт фітотоксичності склав 54%), потім кукурудза (43%), а потім пшениця (32%). При застосуванні біовугілля фітотоксичність всіх досліджених металів та дизельного пального зменшується приблизно в півтора-два рази, наприклад фітотоксичність іонів плумбуму для вівса складає 71%, а при застосуванні біовугілля – 50%. Фітотоксичність ґрунту, забрудненого дизельним паливом для кукурудзи складає 43%, а при застосуванні біовугілля – 23 %.

¹Прихидько А., ¹Цвілинюк О., ²Кравчинський Р.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МАСИВІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД
ВЕРХІВ'Я Р. ПРУТ (БАСЕЙН ДУНАЮ)

*¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: el6335578@gmail.com*

*²Карпатський національний природний парк
вул. В. Стуса, 6 м. Яремче, Івано-Франківська обл.
e-mail: kravchinski@ukr.net*

Prykhydko A., Tsvilynyuk O., Kravchyns`kyu R. ECOLOGICAL ASSESSMENTS OF SURFACE WATER BODIES AT THE UPPER PRUT RIVER (DANUBE RIVER BASIN). The work is dedicated to studying the ecological state of the main water artery of the Eastern Carpathians – the Prut River. The research results revealed the influence of natural and anthropogenic factors on the formation of the chemical composition and water quality; preliminary hydroecological zoning of the Upper Prut River basin has been carried out; the impact of global climate change on the functioning of aquatic ecosystems has been noted.

Річка Прут – одна із найбільших приток Дунаю (довжина – 967 км, площа водозбору – 27540 км²). У фізико-географічному відношенні водозбір поділяється на декілька зон, серед яких виділяється верхня ділянка площею 640 км², розташована більшою частиною у межах Карпатського національного природного парку (Киселюк та ін., 2009).

Метою досліджень було визначення екологічного стану масивів поверхневих вод верхів'я басейну р. Прут за фізико-хімічними показниками. Вихідний матеріал для аналізу – багаторічні дані моніторингу хімічного стану масивів поверхневих вод (2016-2023 рр.), що проводилися фахівцями Карпатського НПП на р. Прут (8 створів) та основних притоках (р. Прутець Яблуницький та р. Прутець Чемигівський).

За результатами аналізу гідрохімічних даних виявлено, що вміст сухого залишку змінювався у межах від 25-65 мг/дм³ (біля витоків р. Прут) до 110-155 мг/дм³ (у нижній ділянці та на притоках). Підвищений вміст амонійного азоту виявлено на ділянці від сел. Ворохта до м. Яремче (0,1-0,4 мг/дм³), у той час як біля витоків Прута його частка мінімальна – 0,0-0,05 мг/дм³. Рівень нітратів характеризувався поступовим збільшенням від 0,2 мг/дм³ у верхній ділянці до 12,5 мг/дм³ у замикаючому створі; нітритів – відповідно 0,01 та 0,3 мг/дм³. **Вміст фосфатів у воді р. Прут** коливався у межах 0,0-0,03 мг/дм³, подекуди збільшуючись до 0,07-0,08 мг/дм³ (створ на р. Прут у сел. Ворохта, нижче скидів господарсько- побутових стічних вод та р. Прутець Яблуницький). Кисневий режим характеризувався добрими показниками : *гірський характер річок обумовлює високу турбулентність течії, що сприяє насиченню води р. Прут та її приток оксигеном ($O_2 = 8,0-11,0$ мг/дм³).*

Таким чином, за особливостями формування хімічного складу та екологічним станом масивів поверхневих вод територію верхів'я р. Прут можна умовно поділити на дві ділянки. Перша – від витоків до сел. Ворохта, де умовно відсутній антропогенний вплив, а вода, відповідно до «Методики екологічної оцінки якості ...» (Романенко та ін., 1998) упродовж року відносилася до I категорії I класу якості («відмінні» за станом та «дуже чисті» за ступенем чистоти). Друга ділянка – від сел. Ворохта до м. Яремче; де розвинутий туристично-рекреаційний комплекс (у тому числі вплив гірськолижного курорту «Буковель» у с. Поляниця, басейн р. Прутець Яблуницький). Основними забруднювачами екосистеми річки Прут тут є скиди неочищених і не облікованих стічних вод та дифузні джерела забруднення (Korchemlyuk etc., 2019), кількість яких переважає над природною здатністю річки до самоочищення (Бойчук, 2019). Тому якість води у різні сезони тут змінюється від 2-3 категорії II класу («добрі» за станом та «чисті» за ступенем забрудненості), інколи сягаючи 5 категорії III класу («погані» за станом та «брудні» за ступенем чистоти).

Отримані дані свідчать, що верхів'я річки Прут піддається антропогенному тиску і потребує захисту в межах чинного законодавства України.

Прудіус О., Галенова Т.

**ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО ВПЛИВУ ПЕПТИДНОГО ПУЛУ,
ВИДІЛЕНОГО З ПЛАЗМИ ДОНОРІВ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ
НА COVID-19, НА ПРОЦЕС АГРЕГАЦІЇ ТРОМБОЦИТІВ У
ЕКСПЕРИМЕНТАХ *IN VITRO***

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка
проспект Академіка Глушкова, 2, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: olenaprudius@gmail.com*

Prudius O, Halenova T. EVALUATION OF THE POTENTIAL EFFECT OF THE PEPTIDE POOL ISOLATED FROM THE PLASMA OF DONORS WITH COVID-19 ON PLATELET AGGREGATION IN *IN VITRO* EXPERIMENTS. The relative homogeneity of the peptide pool in different tissues of the body is physiologically normal. It is hypothesized that peptides associated with the development of a pathological condition may be triggers of a specific cascade of pathological reactions underlying the disease. The aim of this study was to evaluate the potential effect of peptides obtained from the blood plasma of patients with COVID-19 on platelet aggregation in *in vitro* experiments.

Відносна однорідність пептидного пулу у різних тканинах організму є фізіологічно нормою. Водночас з'являється все більше доказів, що кількісний та якісний склад пептидного пулу змінюється за розвитку різних захворювань, патогенез яких супроводжується інтенсифікацією тканинного протеолізу. Гіпотетично, пептиди, поява яких асоційована з розвитком патологічного стану, можуть бути тригерами специфічного каскаду патологічних реакцій, що лежать в основі захворювання.

Метою даного дослідження було оцінити потенційний вплив пептидів, одержаних з плазми крові осіб, які перехворіли на COVID-19, на процес агрегації тромбоцитів у експериментах *in vitro*.

У дослідженні взяли участь донори, які не хворіли попередньо або перехворіли на COVID-19 та на момент дослідження мали різний титр анти-SARS-CoV-2 IgG (index (S/C)), що було використано для формування дослідних груп: *група 1* (титр антитіл – 0, n = 20), *група 2* (титр антитіл – 10 ± 3 , n = 20), *група 3* (титр антитіл – 55 ± 5 , n = 20), *група 4* (титр антитіл – 75 ± 5 , n=20), *група 5* (титр антитіл – 95 ± 5 , n=20). Пептиди були одержані з плазми крові донорів за допомогою техніки багатоетапного фракціонування. Для проведення аналізу плазму людей, збагачену тромбоцитами (ПЗТ), попередньо інкубували з одержаними пептидами відповідних дослідних груп. Агрегацію тромбоцитів індукували за допомогою 5×10^{-6} М АДФ, а сам процес агрегації контролювали протягом наступних 10 хв. Криві агрегації аналізували за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення АТ-02. Під час аналізу проводили оцінку наступних параметрів АДФ-залежного процесу агрегації тромбоцитів: максимальний ступінь агрегації (A_{\max}) і

час, необхідний для досягнення максимальної агрегації (T_{max}) Криві, що відображали динаміку агрегації тромбоцитів у ПЗТ інкубованої протягом 5 хв з рівним об'ємом ультрачистої води (замість пептидного зразка), були використані як контроль для цього експерименту.

Одержані результати показали, що у контрольній ПЗТ показник A_{max} становив 58%. При інкубації ПЗТ зі зразками пептидів дослідних груп 2-5 спостерігали збільшення показника A_{max} ; так, наприклад, за дії пептидної фракції, одержаної від осіб 5 групи, він становив 80%, тоді як за дії пептидів, одержаних від донорів 1 групи, даний показник був тотожний контрольному. Ми також відмітили зміни в кінетичному параметрі процесу агрегації T_{max} . T_{max} за інкубації ПЗТ з пептидами осіб 2-5 груп у 1,5-2 рази перевищував показники одержані для контрольної ПЗТ, тоді як за дії пептидів, одержаних від донорів 1 групи даний показник зростав лише на 20%.

Наші результати показали, що пептиди осіб, які не хворіли на COVID-19, мали мінімальний ефект на процес агрегації тромбоцитів, тоді як, пептиди осіб, що перехворіли на COVID-19, виражали помітний протромботичний потенціал. Подальші дослідження з метою ідентифікації якісного та кількісного складу пептидної фракції може бути вектором для майбутніх досліджень.

Романченко О., Агафонов Д.

**НОВІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗНАХІДКИ ГРИБА
ACROSPERMUM COMPRESSUM TODE В УКРАЇНІ**

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: o.romanchenko@karazin.ua, informashiks@gmail.com*

Romanchenko O., Agafonov D. NEW DATA ABOUT THE RECORDS OF THE FUNGUS *ACROSPERMUM COMPRESSUM* TODE IN UKRAINE. *AcrospERMum compressum* Tode is a microscopic representative of Ascomycota that develops in moist places on overwintered stems of herbaceous plants, most commonly on nettles. While this species is quite common in Europe, it often goes unnoticed. In Ukraine, it has been known from a single find dating back to 1925. Information about two new localities in Ukraine is provided.

AcrospERMum compressum Tode – мікроскопічний сумчастий гриб, що є типом однойменних родини і порядку у складі класу Dothideomycetes. Він розвивається у вологих місцях на стеблах трав'яних рослин що перезимували, найчастіше на кропиві. Характер взаємодії гриба з субстратотвірними рослинами досі не з'ясований. Є припущення, що він може бути сапротрофом, ендотрофом і навіть мікопаразитом.

Плодові тіла – поверхневі псевдотеції темно-коричневого кольору, висотою до 3 мм, м'які у вологому стані і тверді, рогоподібні при висиханні.

Плодові тіла булавоподібні, звужені біля основи і стиснуті у верхній частині. Верхівки плодових тіл конічні, при досяганні прориваються апікальним вивідним отвором. Аски циліндричні, 8-ми спорові, $200\text{--}560 \times 4\text{--}6$ мкм, морфологічно бітунікатні. Аскоспори безбарвні, тонкостінні, гладенькі, ниткоподібні, $(100\text{--})200\text{--}450 \times 0,5\text{--}1$ мкм, при досяганні можуть ставати септованими і розпадатися на фрагменти вздовж септ.

За даними GBIF цей вид доволі поширений, але часто він залишається непоміченим. Більше 60% відомих знахідок припадають на країни Європи, з них біля 20% – на територію Великої Британії. В Україні *A. compressum* відомий за єдиною знахідкою З.К. Гіжицької з околиць Києва, що датується 1925 роком. Гриб розвивався на мертвих стеблах неідентифікованого злаку.

У фондах наукового мікологічного гербарію CWU (Мус) ми виявили ще один, раніше неідентифікований зразок цього виду, зібраний на перезимувалих стеблах кропиви в заповідному урочищі «Хомутки» Національного природного парку «Гомільшанські ліси» (Зміївський р-н, Харківська область).

Крім того, 24 березня 2024 р. один з авторів цієї роботи зібрав свіжий зразок *A. compressum* на мертвих стеблах кропиви у підніжжі товтрової гори Гостра на території Природного заповідника «Медобори» (Гусятинський р-н, Тернопільська область).

Ми припускаємо, що насправді вид *A. Compressum* може бути доволі поширеним на території України, але залишається незареєстрованим через недостатню увагу дослідників, зокрема через малопомітні плодові тіла і ранній період плодоношення.

Також варто зауважити, що в Україні зареєстрований ще один представник роду, а саме *Acrospermum pallidulum* Kirschst. Його було зібрано на сухих стеблах *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench в заплавному лісі в заплаві р. Десна 15.06.2005 р. на території Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» (Шосткинський р-н, Сумська область). Інформація про цю знахідку була оприлюднена у 2009 р. у книзі І.О. Дудки, М.П. Придюка та Ю.І. Голубцової (Литвиненко).

Роботу виконано під керівництвом канд. біол. наук, доцента кафедри мікології та фітоімунології О.Ю. Акулова.

Сідак С., Капрусь І.

БІОРИЗНОМАНІТТЯ МІКРОСЕЛИЩ СТРОВІКОВИХ ЛІСІВ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: st.sidak@gmail.com

Sidak S., Kaprus' I. MICROHABITATS OF OLD-GROWTH FORESTS AND THEIR RELATION TO BIODIVERSITY Old-growth forests in the temperate zone exist only as a few remnants, but they serve as important reference

areas for conservation. As key habitats, tree-related microhabitats (TreMs) are of intense interest to forest ecologists, but little is known about their relation to biodiversity.

Старовікові ліси – це екосистеми, що протягом тривалого часу розвивалися в природних умовах, тому біоценози та біотопи залишилися малозмінними так, як не перебували під істотним впливом людської діяльності. Ці екосистеми характеризуються стабільною структурою та динамікою біомаси, рівновагою у віковій структурі рослинності, природним процесом оновлення та системною цілісністю. Вони мають потенціал для саморегулювання за відсутності шкідливого впливу людини або в умовах відновлення первинного екологічного середовища.

Природним лісам властива наявність мертвої деревини та значної кількості старікових дерев, в яких присутні так звані мікрооселища.

Мікрооселища поділяють на сапроксильні та епіксиліві. Серед сапроксильних мікрооселищ слід виділити: дупла дятла, порожнини у стовбурах, дупла на гілках, дендротельми і наповнені водою дупла, галереї комах та ходи личинок, втрата кори / відкрита заболонь, відкрита серцевина / злами стовбура і крони, тріщини і розколювання, “кишені” у корі, структура кори, мертві гілки / мертва деревина крони. Іншим видом мікрооселищ є епіксиліві: порожнини у кореневих лапах, відьмині мітли, ракові та інші нарости, плодові тіла грибів і міксоміцетів, епіфітні крипто- і фанерогами, гнізда, потоки соку і живиці, мікрогрунти (Kraus, D., Bütler, R., Krumm, F., Lachat, T., Larrieu, L., Mergner, U., Paillet, Y., Rydkvist, T., Schuck, A., and Winter, S., 2016.).

Істотна частина різноманіття лісів перш за все залежить від наявності мікрооселищ. У таких місцях переважно трапляються ксилобіонтні види, приурочені до мертвої деревини. Серед комах домінують, як за кількістю видів, так і особин, ряди твердокрилі (*Coleoptera*), двокрилі (*Diptera*) та перетинчастокрилі (*Hymenoptera*) (Дедусь, 2022). Також щілини у корі дерев, пні, дупла населяють плазуни: веретільниця ламка (*Anguis fragilis*), ящірка прудка (*Lacerta agilis*), зелена (*L. viridis*) та живородна (*Zootoca vivipara*). Трапляються і змії – ескулапів полоз (*Zamenis longissimus*), вуж звичайний (*Natrix natrix*) та водяний (*N. tessellata*), гадюка звичайна (*Vipera berus*), мідянка (*Coronella austriaca*).

Кажани, або рукокрилі (*Chiroptera*), частіше оселяються в дуплах, тобто ссавці також у той чи інший спосіб пов’язані з мікрооселищами (Покинъчереда, 2022).

Вивчення деревних мікрооселищ, їх стану і складу фауни, має фундаментальне значення для збереження біорізноманіття в екосистемах. Вони створюють сприятливі умови для життя лісової фауни і можуть служити природними місцями для довгострокового виживання різних

видів тварин - комах, земноводних, ссавців та птахів. Розуміння факторів, що впливають на утворення та поширення природних мікрооселищ дерев, їх взаємозв'язок з біорізноманіттям, дозволить оцінити їхню роль у його збереженні. Охорона мікрооселищ у лісовому господарстві може допомогти зменшити втрати лісового біорізноманіття, а їхній моніторинг має стати додатковим інструментом для оцінки його стану в лісах.

Сорока Х., Монастирська С.

**МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧКИ СТРИЙ
У МЕЖАХ СТРИЙСЬКОЇ ОТГ**

*Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Івана Франка, 24, м. Дрогобич, 82100, Україна
email: khrystyna.soroka@dspu.edu.ua*

Soroka Kh., Monastyrskya S. MONITORING OF THE ENVIRONMENTAL STATE OF THE STRYI RIVER WITHIN THE BOUNDARIES OF STRYI COMMUNITY. An analysis of the state of surface water in the Stryi River within the settlements of Liubyntsi, Hirne, and Myrtyuki was carried out by biotesting using *Allium cepa* and *Lactuca sativa* test objects seasonally. It was established that in the spring-autumn period, the level of toxicity was higher than average in the village of Liubyntsi, based on the analysis of two test objects, and in the villages of Hirne and Myrtyuki, the level of toxicity was average.

Річка Стрий протікає територією Львівської області і бере свій початок на схилах вершини Зелений Явірник. Її протяжність 232 км, а ширина в середньому становить 50-80 м. Глибина річки сягає 0,5-1,0 м, однак у деяких місцях річка може мати глибину до 3-х метрів. Річка виходить з гір біля села Розгірче і прямує передгірськими рівнинними долинами до міст Стрий і Жидачів, на відстані 10 км від якого впадає у річку Дністер. Протікаючи гірсько-рівнинною частиною Львівщини, річка зазнає антропогенного навантаження, що пов'язане з неефективною роботою очисних споруд, забрудненням атмосфери, ґрунтів, потраплянням стічних вод від домогосподарств сільського населення, що не підключені до каналізаційних мереж, промислових підприємств.

Для вивчення екологічного стану поверхневих вод річки Стрий відбирали зразки в межах сіл Любинці, Гірне, Миртюки посезонно. Екологічну оцінку води проводили методом біотестування за методикою А.Горової з використанням тест-об'єктів *Allium cepa* та *Lactuca sativa*. Аналіз результатів біотестування на основі приросту корінців *Allium cepa* свідчить, що індекс фітотоксичності поверхневих вод р.Стрий коливався в межах 22,5-52,0%, при цьому найнижчі показники спостерігалися у зимовий період, а найвищі – у літній. Варто зазначити, що фітотоксичний ефект води у селі Любинці упродовж досліджуваних сезонів є найвищим і становить від 25,7% до 52,0 %, що характеризує рівень фітотоксичності

як вищий за середній у весняно-осінній період. Ймовірно, це пов'язано із протіканням річки Стрий у низовині та автомобільною дорогою.

У поверхневих водах р.Стрий сіл Гірне та Миртюки рівні пригнічення ростових процесів є значно нижчими і коливаються в межах 22,2 – 40,8% упродовж усіх досліджуваних сезонів. Це свідчить про середній рівень токсичності.

При використанні для визначення ступеня токсичності вод тест-об'єкту *Lactuca sativa* було встановлено, що рівень приросту корінців був найнижчим у воді в с.Любинці упродовж усіх досліджуваних сезонів. Індекс фітотоксичності при цьому коливався в межах 47,1-49,2%, що свідчить про рівень токсичності вищий за середній. Однак у селах Гірне та Миртюки токсичність становить 36,9-40,8%, що характеризує рівень токсичності як середній.

Таким чином, аналіз сезонної динаміки індексу фітотоксичності поверхневих вод р.Стрий у всіх досліджуваних точках і за використання двох тест-об'єктів вказує на зростання фітотоксичності у весняно-літній період, що може свідчити про кращу розчинність поліутантів у воді саме у період підвищення температури.

Трофімчук Д., Драч Ю., Мамчур З.

РІДКІСНІ МОХОПОДІБНІ ЧОРНОГІРСЬКОГО ЗАПОВІДНОГО МАСИВУ (КАРПАТСЬКИЙ БІОСФЕРНИЙ РЕЗЕРВАТ)

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: someonefor36@gmail.com*

Trofimchuk D., Drach Yu., Mamchur Z. RARE SPECIES OF MOSSES OF CHORNOHORA PRESERVATION MASSIF (THE CARPATHIAN BIOSPHERE RESERVE). Rare species of bryophytes of the Chornohora preservation massif were analyzed. Based on our survey, 39 species of bryophytes study area were identified. Species *Pseudoleskeella catenulata* and *Bartramia ithyphyl-la* are reported for Petros Mts. for the first time.

Карпатський біосферний резерват міжнародного значення створено 15 лютого 1993 року. Його площа складає 195 тис. га. До складу входить Карпатський біосферний заповідник (КБЗ) заснований в 1968 році з метою збереження унікальних та типових ділянок природи української частини Карпат, у тому числі букових пралісів. Завданням заповідника є збереження та відновлення флори та фауни зокрема й ендеміків які поширені на його території. Загальна площа заповідника – 66417,4 га.

Чорногірський заповідний масив – природоохоронна територія в Українських Карпатах (Рахівський район, Закарпатської області), знаходиться на південних і західних схилах Чорногірського хребта, у межах висот від 700 до 2061 м над р. м. На території масиву, площа якого становить

16375 га, розташована найвища вершина Українських Карпат – Говерла (2061 м). Рельєф високогірної частини масиву носить сліди давнього зледеніння з характерними льодовиковими формами – карами; у деяких з них утворились озера, наприклад, Брескул, Верхнє озеро, Бребенескул.

Станом на 2018 рік для території КБЗ відомо 525 видів мохоподібних, серед яких 4 види охороняються згідно з Додатком I Бернської конвенції, 9 включені до Червоної книги України, 38 – до Червоного списку мохоподібних Європи. На території Черногірського заповідного масиву відомо 342 види мохоподібних, з яких види *Dicranum viride* (Sull. & Lesq.) Lindb. (г. Шешул), *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs та *Mannia triandra* (Scop.) Grolle включені до Додатку I Бернської конвенції, а види *Anacamptodon splachnoides* (Froel. ex Brid.) Brid., *Heterophyllum affine* (Hook.) Fleisch., *Hookeria lucens* (Hedw.), *Meesia uliginosa* Hedw., *Plagiothecium neckeroideum* Schimp. та *Sphagnum subnitens* Russow & Warnst. – до Червоної книги України (Данилків та ін., 1997; Антосяк та ін., 2018).

Особливої уваги заслуговує дослідження високогір'я Карпат у зв'язку зі значними змінами (кліматичні умови, насамперед істотні зміни температурного і снігового режимів, посилення антропогенної дигресії чи інтенсивного рекреаційного навантаження). Зокрема для високогір'я Черногірського масиву відомо 29 регіонально-рідкісних видів та 27 видів мохоподібних, які належать до офіційних списків видів, що потребують охорони. В останні роки у високогір'ї підтверджено локалітети лише чотирьох рідкісних видів (Мамчур та ін., 2019). Тому на сьогодні важливо продовжити дослідження бріорізноманіття Черногірського заповідного масиву.

У результаті власних досліджень на території Черногірського заповідного масиву виявлено 39 видів мохоподібних з 37 родів, 24 родин, 9 порядків та двох відділів – Marchantiophyta (4 види) і Bryophyta (35 видів). Види *Pseudoleskeella catenulata* (Brid. ex Schrad.) Kindb. та *Bartramia ithyphylla* Brid. вказано для гори Петрос вперше.

Продовження дослідження мохоподібних Карпатського біосферного резервату є важливим для вивчення бріорізноманіття й виявлення рідкісних видів, а також для спостереження за трансформацією екоотопів під впливом кліматичних змін та антропогенного пресу.

Юсковець М.^{1,2}, Рабик І.¹, Данилик І.¹

ФІТОЦЕНОТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УГРУПОВАНЬ ВЕРХОВИХ БОЛІТ НА ТЕРИТОРІЇ РІВНЕНСЬКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА

¹Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів

²Рівненський природний заповідник, Сарни

e-mail: maria.yuskovets@ukr.net

Yuskovets M., Rabyk I., Danylyk I. PHYTOCOENOTIC CHARACTERISTIC OF COMMUNITIES RAISED BOGS ON THE TERRITORY OF

THE RIVNENSKIYI NATURE RESERVE. A study of the vegetation cover of raised bogs on the territory of the Rivnenskiy Nature Reserve (Volyn Polissia) was carried out. The plant communities of the studied raised bogs belong to associations *Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi* Hueck 1925, *Andromedo polifoliae-Sphagnetum magellanicum* Bogdanovskaya-Gienv 1928 (class *Oxycocco-Sphagnetea* Br.-Bl. et R.Tx. 1943, order *Sphagnetalia medii* Kästner et Flössner 1933., union *Sphagnion medii* Kästner et Flössner 1933). The identified localities of rare plant species and communities of the class *Oxycocco-Sphagnetea* increase the degree of phytocoenotic representativeness of the research area.

Рівненський природний заповідник (РПЗ) розташований у північній частині Рівненської області на території Вараського і Сарненського адміністративних районів на чотирьох відокремлених масивах: Білоозерський, Сира Погоня, Переброди та Сомино (Літопис природи, 2022). За геоботанічним районуванням України територія заповідника належить до Зарічненсько-Висоцько-Сарненського геоботанічного району чорницево-зеленомохових соснових лісів та різних типів боліт, який входить до Ковельсько-Сарненського (Західнополіського) округу широколистяно-соснової Поліської підпровінції, Східно-Європейської провінції Європейської широколистяної лісової області (Маринич, 2006). Важливу роль у структурі рослинного покриву боліт мають значення трав'яно-мохові угруповання рослинності. Для верхових боліт це клас *Oxycocco-Sphagnetea* з відповідним флористичним багатством (Yuskovets et al, 2023).

Видовий склад. Судинні рослини: *Andromeda polifolia* L., *Carex limosa* L., *Drosera rotundifolia* L., *Eriophorum gracile* Roth, *E. vaginatum* L., *Ledum palustre* L., *Rhynchospora alba* (L.) Vahl, **Scheuchzeria palustris* L., **Utricularia intermedia* Hayne, **Vaccinium microcarpum* (Turcz. ex Rupr.) Schmalh., *V. oxycoccus* L.; **мохи:** *Polytrichum strictum* Brid., *Sphagnum angustifolium* (C.Jens. ex Russ.) C.Jenn., *S. fallax* (H. Klinggr.) H. Klinggr., *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr. *S. magellanicum* Brid. s.l.

Синтаксони за флористичною класифікацією.

Клас *Oxycocco-Sphagnetea* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff, Dijk et Paschier 1946.

Порядок *Sphagnetalia medii* Kästner et Flössner 1933.

Союз *Sphagnion medii* Kästner et Flössner 1933.

Асоціації: *Eriophoro vaginati-Sphagnetum recurvi* Hueck 1925, *Andromedo polifoliae-Sphagnetum magellanicum* Bogdanovskaya-Gienv 1928.

Синтаксони за домінантною класифікацією. Формація *Sphagneta cuspidate*, асоціація: *Sphagnetum (cuspidati) eriophorosum (vaginati)*; формація *Sphagneta magellanicum*, асоціація: *Sphagnetum (magellanicum) eriophorosum (vaginati)*; формація *Sphagneta fusci*, асоціації: *Sphagnetum (fusci) empetrosum (nigrae)*, *Sphagnetum eriophorosum (vaginati)*.

Зелена книга України (2009). Угрупування формацій горбисто-мочажинного комплексу фускум-магелланікум-сфагнової пригнічено-звичайнососнової (*Sphagneta (fusci, magellanic) depressipinetosa (sylvestris)*), осоково-сфагнової (*Cariceto (rostratae et limosae)-Sphagneta (cuspidati)*), шейхцерієво-сфагнової (*Scheuchzerieto-Sphagneta (cuspidati)*), фускум-сфагнової пригніченозвичайнососнової (*Sphagneta (fusci) depressipinetosa (sylvestris)*).

Отже, комплекси верхових боліт РПЗ є цінними об'єктами охорони, дослідження яких сприяє збереженню фітогено- та фітоценофонду, а також підтриманню фіторізноманіття рослинного покриву заповідника. Виявлені локалітети популяцій рідкісних видів рослин та угруповань класу *Охусосо-Сфagnetea* підвищують ступінь фітоценотичної репрезентативності території досліджень.

Янчук В., Русин І.

БІОЕЛЕКТРИКА ҐРУНТІВ ПОЛІССЯ

Національний університет Львівська Політехніка

вул. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

e-mail: vladyslav.yanchuk.eo.2021@lpnu.ua

iryna19rusyn@gmail.com

Yanchuk V., Rusyn I. BIOELECTRICITY OF POLISSIA SOILS. The effect of the peat and sod-podzolic soils as the two most common types of soil in the Volyn Polissia in the production of bioelectricity was investigated. In peat soils, the current was 2.9 times higher than in sod-podzolic soils. The presence of plants contributed to the growth of bioelectricity 2.3 times.

Біоелектрохімічні системи (БЕС), які генерують біоелектрику у ґрунті завдяки ґрунтовим електроактивним мікроорганізмам є новою перспективною та екологічно чистою технологією отримання відновлюваної енергії (Rusyn, 2021). Формування різниці біоелектричних потенціалів у середовищі довкола коренів рослин посилюється за рахунок транспорту та розділення заряджених частинок у процесі біохімічних реакцій, що супроводжують життєдіяльність рослин і оточуючих їх мікроорганізмів. Продуктивність БЕС залежить від складу кореневого середовища, інтенсивності окисно-відновних реакцій та дифузії потенціалотворюючих іонів (Agasieva et al, 2022). Використання ґрунтових ресурсів для отримання біоелектрики лише недавно отримало свій розвиток, тому природа електрогенезу та фактори, які впливають на нього все ще залишаються маловивченими.

Для Полісся характерні основні два типи ґрунтів: дерново-підзолисті та торф'яні. Метою роботи було дослідити, чи мають дані ґрунти перспективи як джерело біоелектрики, оскільки, як відомо, вони досить відрізняються за своїм складом.

Домінуючий тип ґрунтів Полісся (понад 60%), дерново-підзолистий ґрунт характеризується рядом негативних агрофізико-хімічних власти-

востей: кислою реакцією ґрунтового розчину, низьким вмістом гумусу і легкорозчинних форм поживних речовин, несприятливим водно-повітряним режимом (Mishchenko et al, 2016). Дерново-слабопідзолисті піщані ґрунти займають площу 289 тис. га, в тому числі 136 тис. га ріллі та є найбіднішими у Волинському Поліссі. Вони містять лише 0,6-1,3% гумусу, слабо забезпечені рухомими формами поживних речовин (нітрогену – 1,1-6,5 мг, фосфору – 0,4-5,5 мг, калію – 0,3-4,5 мг на 100 г ґрунту). Реакція ґрунтового розчину середньокисла, рН дорівнює 4,7-5,4, місткість вбирання низька (Геренчук, 1975).

Інший тип ґрунтів широко поширений на Поліссі, торф'яні ґрунти, розташовані на широких заплавах річок та долинах і улоговинах. Торф – це частково розкладена рослинна сировина, багата на гумінові сполуки (Klavins and Purmalis, 2014). Реакція ґрунтового розчину торфовищ переважно слабо- та середньокисла, іноді нейтральна: рН 4,7-6,8. Торфові ґрунти відзначаються високою місткістю вбирання. Вони добре забезпечені азотом (2,5-3,6% від ваги торфу), хоча слабо забезпечені калієм, фосфором та мікроелементами (Геренчук, 1975). У зв'язку з багатим поживним складом та агрофізико-хімічним властивостям торф'яні ґрунти є оптимальними для розвитку рослин.

Експеримент проводився з двома типами ґрунтів: дерново-підзолистими і торф'яними. Ґрунт був відібраний на полях с. Гута Ковельського району Волинської області та поміщений в горщики для рослин об'ємом 250 г і електродами. Проводячи дослід у лабораторних умовах, в ґрунт були висаджені саджанці перцю ($10 \pm 0,5$ см). У торф'яних ґрунтах струм був вищий у 2,9 разів, ніж в дерново-підзолистих. Наявність рослинних насаджень сприяло росту біоелектриків у 2,3 раза.

Очевидно, гумінові кислоти, якими багаті торф'яні ґрунти, як медіатори електронів між анаеробними і аеротолерантними бактеріями та електродами можуть підвищити швидкість переносу електронів, а також, сприяти розвитку рослин, які додатково посилюють біоелектрику. Подальше дослідження біоелектрики торф'яних ґрунтів Волинської області є перспективним, через вагому частку заболочених територій, що можуть мати важливе практичне застосування для отримання екологічно чистої енергії.

Bartkowska A.

CILIATES IN DIFFERENT TYPES OF PEATLANDS – IMPLICATIONS FOR CLIMATE CHANGE

*University of Life Sciences in Lublin, Faculty of Environmental Biology, Department of
Hydrobiology and Protection of Ecosystems
13 Akademicka Street, 20-950 Lublin
e-mail: aleksandra.bartkowska@up.lublin.pl*

Climate change models point to a possible increase in temperature over the next few decades, but this change can be particularly pronounced in peatlands. Peatland plants (including carnivorous plants) are closely linked to

microbial communities, that may be more sensitive to changes in environmental conditions. Microbes colonizing carnivorous peatland plants may be present in their traps or on the surface of the plant. Thus far, studies of planktonic ciliates in different types of peatlands have been made primarily in water. The impact of increasing temperatures on the ciliates in microbiome of carnivorous plants is poorly understood. The aim of the study was to assess the effect of experimentally simulated climate warming on the ciliates in microbiome of the traps (in different types of peatland). For this purpose, the hypotheses were verified:

- Planktonic ciliates exhibit higher diversity in water than in traps peatlands plants;

- Temperature increase causes changes in groups of ciliates.

The increase in temperature in the experimental treatments caused an increase in the species richness of ciliates in different types of peatlands. It was particularly pronounced in the water in the +4°C treatments. Abundance of ciliates was higher in the water than in the traps of carnivorous plants in each experimental variant.

In conclusions, the species richness and abundance of ciliates were significantly higher in the water than in the traps. Increased temperature markedly modifies the qualitative and quantitative structure of ciliates community.

Hrytsak V.¹, Romaniuk O.², Dzhura N.¹

**BIOTESTING OF THE GENERAL TOXICITY OF THE SOIL
CONTAMINATED AS A RESULT OF MILITARY ACTIONS
WITH THE HELP OF *ALLIUM CEPA* L.**

¹*Ivan Franko National University of Lviv*

4 Hrushevskoho St., Lviv, 79005, Ukraine

²*Department of Physical Chemistry of Fossil Fuels of the Institute of Physical-Organic
Chemistry and Coal Chemistry named after L. M. Lytvynenko of National Academy of
Sciences of Ukraine*

3A Naukova St., Lviv, Ukraine

e-mail: VALENTYNA.HRYTSAK.BLE@lnu.edu.ua

The current war in Ukraine leads not only to irreparable human losses, but also to severe environmental consequences. Tons of toxic substances enter the environment, poisoning water, soil and air. The chemical footprint, as well as the destruction caused by shelling, will stretch the consequences of the war for decades.

Biotesting with *Allium cepa* L. makes it possible to comprehensively assess the harmfulness of anthropogenic factors to the environment. This method is an effective tool for determining the toxic effects of a wide range of chemicals.

The goal of the research was to assess the overall toxicity of the soil contaminated as a result of military operations based on the root growth of *Allium cepa* L.

Soil samples were taken according to the standard methodology in the city of Snihurivka (No. 1) and the village of Kotliareve (No. 2) of Mykolaiv region and the village of Oleksandrivka (No. 3) of Kherson region. Relatively clean soil served as a control sample. Water extracts were prepared from the selected soil samples according to the generally accepted methodology. The filtered water was transferred to dark glass vessels, on the top of which bulbs were placed (one bulb per vessel) in a way that let the bottom touch the liquid. A week later, morphometric indicators of *A. cepa* L. were analyzed in each version. Relative root length and root count of *A. cepa* were taken into account to assess overall soil toxicity. The results were processed statistically.

The results obtained showed a high level of biotoxicity of soil samples No. 1 and No. 2 – the phytotoxic effect was almost 70%. These soil samples were taken from the field and the road used by military vehicles. It is likely that these soils are contaminated with fuel and lubricants, waste oils, organic solvents, all of which may contain petroleum products, as well as heavy metals that block the availability of air and water in the soil, violate its physical, chemical and biological properties, create unfavorable conditions for soil microorganisms, plant growth and development. Such soils can negatively affect the health of people and animals living in the vicinity. Biotesting makes it possible to determine the complex impact of pollutants on the environment, natural ecosystems and human health.

Kurysz U., Cieplak E., Krzyżanowska M.

WHICH STUDENTS DO PARENTS PREFER - PARENTAL
INVESTMENTS IN ADULT OFFSPRING

*Faculty of Biological Science
Department of Human Biology
University of Wrocław
Przybyszewskiego 63, 51-148 Wrocław, Poland
e-mail: urszula.kurysz@uwr.edu.pl*

Parental investments are most often expressed through biological, financial and time (emotional) investments. Their amount and quality depend on the gender of the parent, the observed sex ratio in the studied population (Trivers, 1972) and the biological characteristics of the parent, their socio-economic status and characteristics related to the child. The existing literature focuses on families with small children, and less often teenagers, usually examining only one type of investment. It has been found that mothers spend more time with their daughters and fathers spend more time with their sons (Lynch et al., 2018) and that parents with higher socioeconomic status invest more in their offspring (Gibson and Sear, 2010). This study focused on the characteristics of adult offspring, i.e. their sex, age, birth order, sexual orientation, distance of their place of residence during studies from the parents' family home, and health status. It

was assumed that being older and the second or subsequent child in the family would translate into low levels of parental investment, and that being an only or first-born child, healthy and of heterosexual orientation would be associated with higher investment.

The subjects were first-year students of the University of Wrocław who came to Wrocław to study. Finally, data was collected for 261 students using an original survey. The study created indicators of emotional, financial and total investments for the mother, father and both parents at the same time, as well as an indicator of the student's health.

Statistical analyzes indicated that the student's sex other than male or female is negatively associated with the father's emotional investments ($F=3,15$, $p<0,05$). Non-heterosexual respondents also experienced lower emotional investments from their father ($F=4,01$, $p<0,01$) and both parents ($F=3,76$, $p<0,05$). The further away students were from their family home, the less investment they experienced from their mothers ($r=-16$, $p<0,05$). Respondents who declared that they were treated worse by their parents than their siblings reported significantly lower levels of all investment indicators ($F=5,87$, $p<0,001$). The health of the respondents showed a negative correlation with the emotional and total investments of both parents together ($r=0,21$, $p<0,001$ and $r=0,13$, $p<0,05$, respectively) and individually (for mother $r=0,21$, $p<0,001$ and $r=0,15$, $p<0,05$, for father $r=0,19$, $p<0,01$ and $r=0,15$, $p<0,05$). The age of students and, for respondents with siblings, the sibling's sex and birth order, did not show any relationship with investment indicators. Therefore, it can be said that parents prefer healthy male or female students of heterosexual or other orientation, regardless of their birth order.

Maksymowicz P.

MYCOBIOME ANALYSIS OF HONEYBEE HIVES IN SELECTED APIARIES, LOWER SILESIA: AN ECOLOGICAL ASSESSMENT OF BIODIVERSITY AND POTENTIAL FUNGAL POLLUTION

Department of Ecology, Biogeochemistry and Environmental Protection

Faculty of Biological Sciences, University of Wrocław

Ul. Kanonia 6/8, 50-328, Wrocław, Poland

e-mail: przemyslaw.maksymowicz@uwr.edu.pl

The mycobiome within beehives significantly influences bee health and productivity. This study aimed to delineate the fungal composition across various components of *Apis mellifera* beehives in educational apiaries in Lower Silesia, enhancing our understanding of fungal biodiversity and potential threats to bee colonies. Samples of bee bread, propolis, wax, dead bees, and honey or syrup were collected for analysis from two didactic apiaries located in the fields of the Wrocław University of Environmental and Life Sciences. Using Potato Dextrose Agar, 29 fungal species across 10 families were isolated. Seasonal assessments

revealed the greatest species diversity in spring, particularly in apiaries located in rural areas. Bee bread harbored the majority of fungal species, contrasting with the minimal diversity in propolis and the lowest isolate numbers in sugar products. *Penicillium chrysogenum* emerged as the predominant species, accounting for 64% of isolates. Additional significant findings included *Rhizopus nigricans*, *Epicoccum nigrum*, and various *Penicillium* species. Identified molds, including occasional occurrences of *Ascospaera apis*, may pose minor risks to bee health, humans, or nearby plants. The study underscores the extensive mycobiome diversity within *Apis mellifera* hives, with notable seasonal and locational variations. The dominance of common molds and the presence of potential pathogens highlight the critical need for continuous monitoring and management practices to address risks of fungal pollution in beekeeping environments, especially within an educational context. The prevalence of plant parasites further emphasizes the complex interactions bees maintain with their floral surroundings.

ЗООЛОГІЯ ZOOLOGY

Купрій А., Жуленко В., Шидловський І.

ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЗИМОВОЇ ОРНИТОФАУНИ МІСТА ЛЬВІВ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: anna.kuprii@lnu.edu.ua*

Kupriy A., Zhulenko V., Shydlovskiy I. QUALITATIVE INDICATORS OF WINTER AVIFAUNA OF LVIV CITY. Monitoring of winter bird fauna revealed 37 species of wintering birds in Lviv. The largest number of species was found in such habitat types as parks and cemeteries (29 species) and residential buildings with a large area of green space (27 species). The dominant species were: blue pigeon (*Columba livia*) – 27.3%, rook (*Corvus frugilegus*) – 17.3% and great tit (*Parus major*) – 17.8%. Subdominants are represented by 9 species.

Моніторинг зимової орнітофауни є вагомою частиною дослідження поширення птахів, як індикатора стану середовища та антропогенного впливу на них. Дослідження дозволяє оцінити вплив антропогенних факторів на зимову орнітофауну, а результати можуть бути корисними для визначення заходів з охорони біорізноманіття та планування розвитку міських територій з урахуванням потреб місцевої фауни.

Дослідження орнітофауни Львова проводять ще з 80-х років ХХ ст., що дозволяє оцінити тенденцію поширення і чисельності зимуючих птахів у певних біотопах міста. Загалом охарактеризовано основні зміни орнітофауни, на які вплинули зміни в зоогеографічних масштабах, синурбізація, зміни стану популяцій та середовища (Бокотей, 2011).

Під час досліджень використовували метод точкових обліків, який для горобцеподібних був модифікований, його проводили у подвійному радіусі. Птахів фіксували в R1 – до 25 м, і окремо в R2 – 25-50 м протягом 8-10 хв на одній точці (Жуленко, 2022). З 1 грудня 2023 до 15 лютого 2024 рр. на території міста проведено 93 точкові спостереження.

На території Львова виявлено 37 видів зимуючих птахів. Угруповання представлено домінантами: голуб сизий (*Columba livia*) - 27, 3 %, грак (*Corvus frugilegus*) - 17,3% і синиця велика (*Parus major*) - 17,8%. Субдомінанти представлені 9 видами.

Згідно Бокотей А.А. (1997), біотопний поділ доцільно здійснювати за трьома критеріями: типом міської забудови, ступенем озеленості територій і наявністю незначних за площею та нехарактерних для даного біотопу включень, що належать до іншого типу забудови.

Найбільшу кількість видів птахів виявлено у парках і на цвинтарях (29) та вілловій забудові зі значною площею зелених насаджень (27). Децю

менше у щільних старих забудовах центральної частини міста зі значною площею зелених насаджень та включеннями кварталів з сучасними багатоповерховими будинками (14 видів), у сучасних багатоповерхових забудовах з незначною площею зелених насаджень (14 видів), у сучасних багатоповерхових забудовах з середньою площею зелених насаджень та включеннями кварталів з вілловою забудовою (12 видів).

Висновки: дослідження показало високий рівень видової різноманітності птахів у зимовий період у місті, що може свідчити про достатню кормову базу і наявність відповідних умов для зимівлі. Проте, зимова орнітофауна Львова потребує подальших досліджень, для оцінки чинників, що впливають на поширення та осілість птахів.

Лопатка О.

РІЗНОМАНІТТЯ ПАВУКІВ ОЛІГО-МЕЗОТРОФНОГО БОЛОТА «МАТКІВСЬКЕ БАГНО»

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: lopatkaoa@gmail.com*

Lopatka O. SPIDER DIVERSITY OF THE PEAT BOG «MATKIVSKE BAGNO». The peat bog “Matkivske Bagno” is located in the village of Matkiv, Stryi district, Lviv region. The bog has undergone significant anthropogenic impact in the past. The diversity of spiders in this bog was analyzed. The research was conducted based on standard collecting methods, particularly with the aid of Barber pitfall traps and applied hand collecting. In total, were installed 8 pitfall traps, each of which was active for 6 weeks (from mid-June to end of August). A total of 19 spider species were identified, with 12 collected using traps and 7 – by hand.

Оліго-мезотрофне болото «Матківське багно», площею близько 20 гектарів, розташоване в околицях с. Матків Стрийського району Львівської області поблизу НПП «Бойківщина». Болото зазнало значного антропогенного впливу у минулому, включаючи спроби осушування та пожежі. Ці процеси призвели до сукцесійних змін, а саме формування монодомінантного березового рідколісся. Трав'яно-чагарничковий покрив болота складається переважно з монодомінантних заростей *Vaccinium uliginosum* L. з домішкою інших видів. Моховий покрив включає сфагнові та політрихові мохи. Фауна комах болота представлена переважно екотонними та лісовими видами, серед яких є рідкісні та охоронювані на міжнародному рівні, а також вразливі, але без охоронного статусу види (Геряк та ін., 2023).

Вивчення оліго-мезотрофних боліт є важливим, оскільки ці екосистеми є джерелом унікальної біорізноманітності регіону. Дослідження павуків у таких середовищах дозволяє визначити їхню роль у регулюванні популяцій інших безхребетних та динаміці екосистем в цілому. Відтак,

метою роботи було встановити видовий склад павуків оліго-мезотрофного болота «Матківське багно», аранеофауна якого раніше не досліджувалася.

Матеріал зібрано вручну та за допомогою 8 пасток для відлову безхребетних, які функціонували від середини липня до кінця серпня 2023 року. Визначення здійснене за допомогою онлайн-визначника павуків Європи (Nentwig et al., 2023), номенклатура таксонів наведена за Каталогом павуків світу (WSC, 2023).

Усього виявлено 19 видів: *Aculepeira ceropegia* (Walckenaer, 1802), *Araneus quadratus* Clerck, 1757, *Cheiracanthium erraticum* (Walckenaer, 1802), *Zelotes clivicola* (L. Koch, 1870), *Zelotes subterraneus* (C. L. Koch, 1833), *Ceratinella brevis* (Wider, 1834), *Diplostyla concolor* (Wider, 1834), *Alopecosa pulverulenta* (Clerck, 1757), *Pardosa amentata* (Clerck, 1757), *Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802), *Piratula hygrophila* (Thorell, 1872), *Piratula latitans* (Blackwall, 1841), *Trochosa terricola* Thorell, 1856, *Zora spinimana* (Sundevall, 1833), *Dolomedes fimbriatus* (Clerck, 1757), *Pisaura mirabilis* (Clerck, 1757), *Evarcha arcuata* (Clerck, 1757), *Metellina segmentata* (Clerck, 1757), *Xysticus cristatus* (Clerck, 1757). З перелічених видів 12 було зібрано за допомогою пастки, 7 – вручну. Виявлені види належать до 10 родин.

Попередні аранеологічні дані щодо болота «Матківське багно» показали перелік типових для Карпат видів. Наступні дослідження території будуть тривалішими, охоплюватимуть, окрім літнього, весняний та осінній періоди, що дозволить повніше оцінити видове різноманіття павуків цього унікального оселища.

Макітра Т., Гнатина О.

ГНІЗДОВА БІОЛОГІЯ КОНОПЛЯНКИ ЗВИЧАЙНОЇ (*LINARIA CANNABINA* (LINNAEUS, C 1758)) НА ЛЬВІВЩИНІ ЗА ДАНИМИ БАНКУ ГНІЗД ЗУОТ (ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКОГО ОРНІТОЛОГІЧНОГО ТОВАРИСТВА)

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: tanya.makitra1501@gmail.com*

Makitra T., Hnatyna O. NEST BIOLOGY OF THE COMMON LINNET (*LINARIA CANNABINA* (LINNAEUS, C 1758)) ACCORDING TO THE DATA OF THE NESTS BANK (WESTERN UKRAINIAN ORNITHOLOGICAL SOCIETY). We analyzed 179 records of common linnet nesting in the Lviv region. Nests were placed both on trees (young spruces were chosen most often 40.8%), and on bushes (26.3%) (raspberry, elder, currants, dog rose), as well as on thuja (11.7%), juniper (6.7%) and in the hedge (5.6%) and other (8.9%). Nests were built of plant components (small roots in 83,8 % of nests, grass, moss, fluff), animal's (mammals fur and hare 26.6 %, bird feathers), and pretty often (31.3 %) of anthropogenic materials.

Вивчення гніздової біології птахів дозволяє розуміти важливі для їхнього існування характеристики середовища та оцінити їхню пластичність. Як наслідок, можна передбачити як певна зміна середовища може впливати на різні аспекти гніздової біології птахів і забезпечити відповідні умови існування.

Коноплянка є звичайним гніздовим видом птахів, що трапляється як в природному так і в зміненому антропогенною діяльністю середовищі і є добрим об'єктом для виявлення того, як зміна середовища впливає на певні аспекти гніздобудівної поведінки птахів.

З території Львівщини досить мало інформації щодо гніздової біології коноплянки, проте значна частина її міститься у Банку гнізд Західноукраїнського орнітологічного товариства, анкети якого і були використані для аналізу. Загалом, з території Львівщини проаналізовано 179 анкет (Горбань І.М. 138 анкет, Дрозд Д. 12, Бокотей А.А., Гузій А.І., Башта Т.В., Татаринів К.А., Пограничний В.О., Штиркало Я.Є. та інші – 5 і менше анкет).

Згідно проаналізованих даних, на Львівщині коноплянки гніздилися в лісопосадках, в чагарниках на околицях населених пунктів, на цвинтарях, у садах, на узліссях молодих ялинових лісів та чагарниках на схилах пагорбів. Гнізда були розміщені як на деревах (найчастіше вибиралися молоді ялини 40,8%), так і на кущах (26,3%) (малини, бузини, смородини, шипшини), а також на туї (11,7%), ялівцю (6,7%) та у живоплоті (5,6%) й інших (8,9%) на висоті від 0,35 м до 4 м (середня висота $1,12 \pm 0,49$ м). При цьому 1,72% були збудовані на висоті 0-0,5 м, 48,9% – 0,5-1 м, 33,3% – 1-1,5 м, 11,49% – 1,5-2 м, 3,45% – 2-2,5 м, 0,57% – 2,5-3 м, 0% – 3-3,5 м, 0,57% – 3,5-4 м.

Для побудови гнізд коноплянки найчастіше використовували корінці трав'янистих рослин (у 83,8 % гнізд), трав'янисті компоненти (переважно злаки, 29,6 %), компоненти антропогенного походження (вата, нитки, шнурки, синтетичні волокна, 31,3 %), волосся та шерсть ссавців (26,6 %), пір'я птахів (9,5 %), дрібні гілки дерев (6,1 %), мох (3,4 %), рослинний пух (4,5 %) та луб (1,2 %). Лоток був вимощений корінцями рослин, злаками та компонентами антропогенного походження, рідше шерстю та волоссям ссавців і пір'ям птахів.

Розміри гнізд коноплянки склали: ширина 70-120 мм (в середньому $99,5 \pm 19,8$ мм), висота гнізда 47-90 мм ($69,4 \pm 12,0$ мм), ширина лотка 35-90 мм ($62,0 \pm 9,3$ мм), глибина лотка 26-82 мм ($41,3 \pm 9,5$ мм).

Варто зауважити досить часто (31,3 %) використання коноплянками компонентів антропогенного походження для побудови гнізд. Таким чином, зміна середовища, зокрема засмічення, очевидно, впливає на склад гніздового матеріалу коноплянок на Львівщині.

Kh. Kulieva, Z. Cafarova

THE PHYSIOLOGICAL REACTION OF SILKWORM
(*BOMBYX MORI* L.1758) TO FOOD DIFFERENCE

Baku State University, Republic of Azerbaijan

Akademik Zahid Xelilov st.33, Baku, AZ1148

e-mail: cfrovazeynb532@gmail.com

In this article presents the physiological characteristics of the feeding of “Sverico-yellow” mulberry silkworm caterpillars with common fig (*Ficus carica* L.) leaves. It was determined that feeding of caterpillars with fig leaves caused weight gain (59.01%) in the caterpillar phase, but it had a negative effect on the weight of pupae and the productivity of imago. However, the increase in the viability of imago (5.45%) is an indicator of economic importance and allows obtaining high-quality cocoons and eggs. Therefore, the search for plant species belonging to the alternative fodder line is regularly conducted in the countries engaged in silkworm breeding. It was determined that the lack of normal feeding causes abnormality in the course of metabolic processes in the body - disruption of physiological and biochemical processes, as a result, has a negative effect on productivity and indicators of cocoons. The purpose of the present researches was to study the biological characteristics of the feeding of the caterpillars of the introduced genus “Sverico-yellow” with common fig leaves.

Research was carried out in 2 series - verification (mulberry leaves) and experiment (common fig leaves). Before feeding the caterpillars, the leaves collected from the middle layers of the tree were stored between wet cloth (at the bottom of the refrigerator +6-8°C can remain for a long time) and was given chopped during feeding. Material 25-26°C and 75-80% relative humidity were fed. In each series, the viability of the caterpillars (% of weight and death), the date of cocoon wrapping, the period of pupation, the weight of the pupa and silk layer in the cocoons were determined.

The results have shown that the change of the feed source causes the formation of both positive and negative physiological reactions in the body of adult caterpillars. Thus, against the background of 59.01% increase in body mass, it leads to 18.90% decrease in viability. As an interesting fact, it can be shown that the viability of the adult phase (imago) is 5.45% higher in the experimental version.

One of the economically important results is that the egg-laying date of those imago started earlier with a difference of 3 days, but the number of unopened eggs (on average from 1♀ individual) was 1.3 times less. Probably, this difference between the control and the experimental variant occurred as a result of the transformation of stored organic compounds into zoomass, which is manifested in the caterpillar stage.

It should be noted that the weight of pupae obtained from caterpillars fed with fig leaves was also 1.7 times less than the control (mulberry leaves).

Accordingly, the weight of the silk layer of the cocoons decreased by 2.1 times. It is known that regardless of the type of fodder plant, the number of calories in old leaves is always lower than in young leaves. The dry weight of the caterpillars depends on both the energetic value of the feed and the wet characteristics. The transfer of mulberry silkworm caterpillars from one type of food (checking option, mulberry leaves) to another is accompanied by a loss of energy necessary for the creation of the zoomass of the organism, that is, that energy is used for exchange processes. In older caterpillars, the increase in zoomass, that is, body weight, occurs due to the accumulation of reserve food compounds, which should be reflected in the weight of a wet cocoon formed according to the law.

From the obtained results, it can be seen that feeding caterpillars with fig leaves leads to an increase in weight in the caterpillar phase, but it also has a negative effect on the weight of pupae and the productivity of imago. However, increasing the viability of imago is an indicator of economic importance and helps to obtain high-quality cocoons and eggs allows.

Nazimov S.

THE ABILITY OF GENERALIST PREDATORS TO PRAY ON ADULTS
OF THE *OPATRUM SABULOSUM* (COLEOPTERA: TENEBRIONIDAE)
IN NATURAL STEPPE ECOSYSTEMS AND AGROCENOSES IN THE
STEPPE DNIPRO REGION

*Bohdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University
str. Naukovoho mistechka, 59, Zaporizhzhia, Ukraine, 69000
e-mail: sergdnipro@gmail.com*

Agricultural producers around the world are increasingly facing challenges in effective pest control due to the increasingly rapid development of pest resistance to known artificially synthesised pesticides (Perez-Alvarez et al., 2019). Today, this problem is partially solved by the use of biological plant protection and some other agronomic practices of organic production, such as the use of coloured glue traps and pheromone baits that attract and trap pests (Blackburn et al., 2016). Such environmentally friendly practices are most common among producers working in protected ground (greenhouses) and intensive orchards and berry farms (Singh, 2021). For many years, parasitoids (*Encarsia formosa* and *Eretmocerus eremicus*), predatory bugs *Macrolophus caliginosus*, *M. pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* have been used to control the population of whiteflies (Aleyrodidae: Hemiptera) (Leman, 2018; Zhang, 2021), as well as a wide range of mites from the family Phytoseiidae, which are also effective biological agents against thrips (Thysanoptera) (Dalir et al., 2021; Rodríguez, 2023) and spider mites (Tetranychidae) (Pasquier et al., 2021). However, the vast majority of products of this type available on the market, with a few exceptions (*Adalia bipunctata*, *Chrysoperla carnea*, *Amblyseius andersoni* and a few others), are alien species to our fauna (Perez-Alvarez et al, 2019), which, on the one hand,

ignores local entomophages adapted to local environmental conditions (Snyder, 2019), and on the other hand, can potentially pose a threat to the biodiversity of Ukraine through the emergence of new adventive species (Ballman et al., 2017).

Under natural conditions, phytophages are controlled by several groups of predators, of which generalist predators, also known as generalists, play an important role (Schäfer et al., 2018). These organisms are polyphagous, which means they simultaneously put pressure on a wide range of species (El-Danasoury et al., 2017). The aim of our study was to identify a number of species belonging to generalist predators capable of controlling phytophages common in open ground. *Opatrum sabulosum* L. (Tenebrionidae: Coleoptera) was chosen as a pest, a species that is quite common in the Ukrainian steppe (Chernej, 2005), which is moderately dangerous, but in some years can cause economically significant damage to a wide range of crops, especially vegetable. A series of experiments involved 17 species of predatory invertebrates, which were the most abundant in the areas where the *O. sabulosum* was caught.

As a result of a series of experiments, we can state that there was a direct correlation, primarily with an increase in the body size of entomophages and the number of attacks on *O. sabulosum*. There is also a direct correlation between the facts of hunting and the ecomorphic affiliation of predators - 75% of steppe, 50% of meadow, 40% of forest and 100% of polytopic species attacked the darkling beetles. The highest predation rates were characteristic for the members of family Carabidae (*Broscus cephalotes*, *Harpalus rufipes* and *Calathus (Neocalathus) ambiguus*), Histeridae (*Hister quadrimaculatus*), Reduviidae (*Reduvius personatus* and *Rhynocoris iracundus*) and Staphylinidae (*Staphylinus caesareus*). The Carabidae accounted for more than 50% of the entomophages that participated in the test in the laboratory arena, while other families were represented by only a few species. Other generalist predators, such as *Staphylinus caesareus* and Reduvium bugs, also showed a high potential for attacking darkling beetles adults, but it is difficult to judge how often they might occur in natural conditions, given their belonging to different biogeographical habitats.

Our data are only the first step in developing a strategy for biological control of *O. sabulosum* populations in open field conditions. Further studies should include molecular analysis of the digestive tract contents of generalist predators that showed high hunting rates, as well as their hunting rate under conditions of pesticide contamination.

МІКРОБІОЛОГІЯ, ВІРУСОЛОГІЯ ТА ІМУНОЛОГІЯ MICROBIOLOGY, VIROLOGY AND IMMUNOLOGY

**Буняк В., Губарик В., Вронська І., Масловська О.,
Комплікевич С., Гнатуш С.**

ВПЛИВ НАТРІЙ ХЛОРИДУ ТА СПОЛУК ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА РІСТ
БАКТЕРІЙ, ВИДІЛЕНИХ З РИЗОСФЕРИ *COLOBANTHUS QUITENSIS*
(О. ДЕСЕПШН, МОРСЬКА АНТАРКТИКА)

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: vasylyna.buniak@lnu.edu.ua

**Buniak V., Hubaryk V., Vronska I., Maslovska O., Komplikevich S.,
Hnatush S.** INFLUENCE OF SODIUM CHLORIDE AND HEAVY METAL
COMPOUNDS ON THE GROWTH OF BACTERIA ISOLATED FROM THE
RHIZOSPHERE OF *COLOBANTHUS QUITENSIS* (DESEPTION ISLAND,
MARITIME ANTARCTICA). The study was aimed to investigate the growth
of bacteria isolated from the rhizosphere of *C. quitensis* under the influence of
sodium chloride, copper (II) chloride, cadmium (II) chloride and cobalt (II) chlo-
ride. Among the studied isolates from the rhizosphere of *C. quitensis*, 30 iso-
lates were moderately halophilic. 9 isolates grew under the influence of 6.0 mM
 $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$, three isolates grew on medium with $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ at concentration
5.0 mM, one isolate grew under the influence of 0.1 mM $\text{CdCl}_2 \times 2.5\text{H}_2\text{O}$, and.

Colobanthus quitensis (Kunth) Bartl. і *Deschampsia antarctica* E. Desv. є
єдиними судинними рослинами, які колонізували антарктичну екосистему.
Окрім фізіологічних і морфологічних адаптацій антарктичних рослин до
чинників середовища, значну роль у виживанні цих судинних рослин за
умов середовища Антарктики відіграє мікробіом ризосфери і ендосфери
(Znoj et al., 2022).

Метою роботи було дослідити ріст бактерій ендосфери *C. quitensis* за
впливу натрій хлориду і сполук важких металів.

У роботі досліджували 32 ізоляти, виділених з ризосфери *C. quitensis*.
Для дослідження росту ізолятів бактерій за впливу NaCl та солей важких
металів використовували розведений у 10 разів триптон-соевий агар (1/10
TCA). До середовища додавали NaCl у концентрації 2,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0;
20,0 %. $\text{CuCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ додавали у концентраціях 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 мМ,
 $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$ – 0,0002; 0,01; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 мМ, $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,5;
1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 мМ. Як контроль використовували 1/10 TCA без NaCl
та сполук важких металів. Для посіву використовували дводобову культуру,
вирощену на 1/10 TCA. Бактерії вирощували за температури 18 ± 2 °C
упродовж 7–10 діб.

Серед виділених з ризосфери *C. quitensis* ізолятів, 10 росли на середовищі
з 5,0% NaCl, 6 – з 10,0% NaCl. Ізоляти DR338, DR335 росли на середовищі,

яке містило 15,0% NaCl. Ізоляти DR326, DR387 не росли на середовищі з NaCl у концентрації, вищій, ніж 2,0%.

П'ять ізолятів, виділених з ризосфери *C. quitensis* (DR329, DR345, DR339, DR386, DR327) не росли за впливу досліджених концентрацій $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$. П'ять ізолятів (DR330, DR350, DR328, DR333, DR387) росли за впливу 4,0 мМ $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ у середовищі. На середовищі, яке містило 6,0 мМ $\text{CuCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, росли дев'ять ізолятів (DR338, DR331, DR336, DR335, DR353, DR384, DR344, DR340, DR326, DR356).

Усі досліджені ризосферні ізоляти росли за впливу $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$ у концентраціях 0,0002 мМ та 0,01 мМ. За впливу 0,1 мМ $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$ ріс лише ізолят DR335. За концентрацій 0,2–0,5 мМ $\text{CdCl}_2 \times 2,5 \text{H}_2\text{O}$ бактерії не росли.

Ізоляти DR336, DR337 росли за впливу 2,0 мМ та 3 мМ $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$. Три ізоляти (DR330, DR328, DR357) росли за впливу 5,0 мМ $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$. За вищих концентрацій $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ізоляти з ризосфери *C. quitensis* не росли.

Отже, серед 32 досліджених ізолятів з ризосфери *C. quitensis*, 30 є помірними галофілами, дев'ять ізолятів стійкі до впливу 6,0 мМ $\text{CuCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, три – стійкі до впливу 5,0 мМ $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$, один – до 0,1 мМ $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$.

Роботу виконано у межах Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2025 роки.

Буцяк М. В., Мороз О. М., Яворська Г. В., Гнатюш С. О.

ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОГЕН СУЛЬФІДУ ЯК ДОНОРА ЕЛЕКТРОНІВ
THIOCAPSA SP. YA-2003 ТА *LAMPROCYSTIS* SP. YA-2003
ЗА ВПЛИВУ СПОЛУК ХЛОРУ ТА ЙОДУ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна;
e-mail: marta.butsyak16@gmail.com

Butsiak M. V., Moroz O. M., Yavorska H. V., Hnatush S. O. THE USAGE OF HYDROGEN SULFIDE AS ELECTRON DONOR BY *THIOCAPSA* SP. YA-2003 AND *LAMPROCYSTIS* SP. YA-2003 UNDER THE INFLUENCE OF CHLORINE AND IODINE COMPOUNDS. Iodide and chloride ions in the composition of KI and NaCl at concentrations 2.0-4.0 times higher than the MPC inhibit the biomass accumulation, hydrogen sulfide oxidation and the sulfate ions production by phototrophic purple sulfur bacteria during growth in the medium with $\text{Na}_2\text{S} \times 9\text{H}_2\text{O}$. Chloride ions in the composition of $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClNO}_3$ at concentration 2.0 times higher than the MPC don't influence on the properties of these bacteria.

Пурпурові і зелені фотосинтезувальні сіркобактерії разом із сульфیدогенними бактеріями утворюють у природних умовах

мікроекосистеми, що регулюють вміст гідроген сульфід у ектопах (Hallenbeck, 2017; Tarabas et al., 2019; Moroz et al., 2021). Фотосинтезувальні сіркобактерії відіграють важливу роль у біогеохімічних циклах нітрогену, сульфуру та карбону (Баран та ін., 2007; Moroz et al., 2021). Ці бактерії здійснюють детоксикацію водойм від токсичних гідроген сульфід та нітритів, використовуючи їх як донори електронів аноксигенного фотосинтезу (Nemp et al., 2016; Dahl, 2017). Проте, вплив інших забрудників довкілля, таких як сполуки галогенів, на фізіолого-біохімічні властивості фототрофних сіркобактерій залишається вивченим недостатньо (Moroz et al., 2021; Мороз та ін., 2023). Метою роботи було вивчити вплив йонів йодиду та хлориду у складі калій йодиду, натрій хлориду та хлорнітрофенолу на окиснення гідроген сульфід клітинами фотосинтезувальних пурпурових сіркобактерій, виділених з озера Яворівське.

Бактерії *Lamprocystis* sp. Ya-2003 та *Thiocapsa* sp. Ya-2003 культивували упродовж 10 діб у середовищі Ван Ніля з $\text{Na}_2\text{S} \times 9\text{H}_2\text{O}$ (4,2 мМ) та KI, NaCl або $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClNO}_3$ за безкисневих умов, температури 28 °

Великий В., Вознесенська Т.

ВПЛИВ БЛОКАТОРА СІРТУІНА 2 НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ІМУНОКОМПЕТЕНТИХ КЛІТИН

*Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України
вул. Богомольця, 4, м.Київ, 01024, Україна
e-mail: vasyly_velykyi@biph.kiev.ua*

Velykyi V., Voznesenska T. EFFECT OF SIRTUIN 2 BLOCKER ON FUNCTIONING IMMUNOCOMPETENT CELLS. The role of sirtuins is being actively studied in search of strategies aimed at preventing oxidative damage to cells. The aim of the work was to study the effect of the sirtuin 2 (Agk-2) blocker on the functional state of thymus cells and lymph nodes when modeling oxidative stress in vitro. There is reason to believe that inhibition of SIRT-2 when using Agk-2 leads to an increase in the level of apoptosis and a decrease in viability and autophagy.

Невід'ємною частиною більшості з патологічних станів організму є оксидативний стрес, що здатен спричиняти пошкодження клітинних структур та призводити до загибелі клітини. Зокрема, чутливими до оксидативного стресу є імунокомпетентні клітини. Загибель клітини може мати різні механізми залежно від внутрішнього стану клітини та зовнішніх чинників, у більшості випадків цей процес є контрольованим та генетично детермінованим. У пошуках стратегій, спрямованих на запобігання оксидативного ушкодження клітин, активно вивчається роль сиртуїнів.

Метою роботи було вивчити вплив блокатора сиртуїну 2 ((Agk-2) у концентрації 10 мкМ) на функціональний стан клітин тимуса та

лімфатичних вузлів на моделі оксидативного стресу *in vitro* за додавання 100 мкМ H_2O_2 . Дослідження проводили на статевозрілих самицях мишей аутбредної лінії Альбіно (маса 18-22 г).

Встановлено, що інгібування SIRT-2 в лімфоцитах, отриманих з пахових лімфатичних вузлів, спричиняє зниження рівня аутофагії на 10,41 % порівняно з оксидативним стресом, а в клітинах тимуса – на 12,32 %, що показало достовірні зміни у клітинному процесі, який сприяє підтримці клітинного гомеостазу через активацію певних шляхів, забезпечуючи необхідні фактори в стресових і фізіологічних ситуаціях.

Показано вплив блокатора SIRT-2 на життєздатність імунокомпетентних клітин в умовах оксидативного стресу - зменшення кількості живих клітин тимуса та лімфатичних вузлів і підвищення апоптозу цих клітин, що є вагомою причиною порушення їх функціонування. Кількість живих клітин тимуса зменшується на 10,5%, лімфоцитів – на 9,28% у порівнянні з оксидативним стресом. Кількість клітин з морфологічними ознаками апоптозу зростає: тимуса – на 10,35%, лімфоцитів – на 10,81% порівняно із оксидативним стресом.

Отже, є підстави стверджувати, що інгібування SIRT-2 у разі використання Agk-2, призводить до підвищення рівня апоптозу і зниження життєздатності клітин та аутофагії.

Оксидативне ушкодження клітин може призвести до виснаження енергії, накопичення цитотоксичних медіаторів і загибелі клітин. Аутофагія є еволюційно давнім механізмом, який забезпечує лізосомну деградацію старих або надлишкових цитоплазматичних утворень. Видалення пошкоджених клітинних структур в аутофагічному процесі може відтермінувати загибель та дозволити клітині довше виконувати свої функції. Тому нині терапевтичне націлювання на аутофагію є багатообіцяючим підходом до лікування деяких захворювань, пов'язаних з запаленням, таких як запальні захворювання кишечника, атеросклероз, діабет.

Виліус В., Яворська Г., Воробець Н.*

АНТИМІКРОБНА ДІЯ ЕКСТРАКТІВ ЛИСТЯ

AMPELOPSIS BREVIPEDUNCULATA* НА *ESCHERICHIA COLI

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79001, Україна

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

вул. Пекарська, 69, м. Львів, 79010, Україна

e-mail: VIKTORIIA.VYLIUS@lnu.edu.ua

Vylius V., Yavorska H., Vorobets N. EFFECT OF *AMPELOPSIS BREVIPEDUNCULATA* EXTRACTS ON *ESCHERICHIA COLI* BACTERIA. The antibacterial activity of water-ethanol extracts from *Ampelopsis brevipedunculata* was evaluated against *Escherichia coli* by measuring the zone of inhibi-

tion. A pronounced antibacterial effect of 96 % water-ethanol extract of *A. brevipedunculata* with an inhibition zone of up to 21 mm, which is highly sensitive.

Escherichia coli є всюдисущими Грам-негативними бактеріями. Попри активну колонізацію шлунково-кишкового тракту більшості теплокровних тварин, де вони активно співживуть з іншими мікроорганізмами та організмом людини, за певних умов можуть спричиняти харчові захворювання. Особливо цьому сприяють такі чинники як інфекція чи хіміотерапія, що порушують рівновагу середовища проживання мікроорганізмів (Robbens et al., 2014). Стійкість *E. coli* до різних лікарських засобів стала серйозною проблемою, яку все частіше спостерігають в усьому світі (Montealegre et al., 2018). Альтернативою використанню антибіотиків від давніх часів є рослини як невичерпний резервуар фармакологічно активних речовин. Цікавою в цьому аспекті є *Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Trautv – ліана, яка має їстівні листя та ягоди і здатна швидко поширюватись на значні території (Gagnon et al., 2018). У народній медицині традиційно використовували стебла та корені цих рослин як протизапальний, сечогінний та антигепатотоксичний засіб (Wu et al., 2004). Ампелопсис також відомий як дигідромірицетин, є флаванолом, що має антиоксидантну та регулюючу діяльність глюкози дію (Aalim et al., 2022; Bhat et al., 2022). Екстракти *A. brevipedunculata* Trautv мають противірусну активність (Hsu et al., 2011).

E. coli ATCC 25922 були виділені з клінічного зразка людини, зібраного в Сіетлі та Вашингтоні (1946), це добре досліджені та часто використовувані для контролю якості бактерії (Minogue et al., 2014). Було цікаво визначити дію екстрактів з *Ampelopsis brevipedunculata* на цей штам мікробів. Для дослідження використовували водні (ВЕ) і водно-етанольні екстракти (ВЕЕ), виготовлені з *A. brevipedunculata* згідно з Державною фармакопеєю України (співвідношення наважка: екстрагент = 1:20 (маса, г/об'єм, мл). ВЕЕ готували з 20, 60 і 96% етанолом методом настоювання («мацерації») в темноті упродовж 14 діб (95%) та методом оберненого холодильника (20% та 60%). ВЕ у співвідношенні 1:10 (маса, г/об'єм, мл) готували на киплячій водній лазні упродовж 30 хв з оберненим холодильником. Вміст фенольних сполук визначали спектрофотометрично як описано у (Воробець, Яворська, 2020). Антибактерійну дію екстрактів виявляли методом дифузії в агар в модифікації лунок. Сіяли газonom 0,2 мл суспензії, виготовленої з одноклонової культури *E. coli*, на середовище МПА і вносили 0,2 мл екстракту в лунки. Засіяні чашки Петрі поміщали в термостат за температури 28 °С. Діаметр зони затримки росту (ЗЗР) вимірювали у мм за допомогою лінійки через 24 год й оцінювали за шкалою Cappelli et al., 2021.

Вміст фенольних сполук у досліджених ВЕЕ екстрактах становив 27,7–30,63 мкг/г сухої маси у перерахунку на кверцетин, а у ВЕ був втричі

менший. Встановлено, що усі досліджувані ВЕЕ спричиняли ЗЗР *E. coli*. За дії 96% ВЕЕ ЗЗР становили $20 \pm 0,5$, 60% – $15 \pm 0,5$ і 20% – $17,7 \pm 0,3$ мм. Водний екстракт не впливав на ріст досліджуваної культури бактерій (ЗЗР – $7 \pm 0,5$ мм). Отже, фенольні сполуки впливають на антибактерійну активність екстрактів з *Ampelopsis brevipedunculata* та є перспективними щодо досліджень їх антимікробних властивостей.

Войтович М.¹, Лобай С.¹, Перетятко Т.^{1,2}

**ВПЛИВ СПОЛУК ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА БАКТЕРІЇ,
ВИДІЛЕНІ З РІЗНИХ БІОТОПІВ АНТАРКТИКИ**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Національний антарктичний науковий центр

б-р Тараса Шевченка, 16, м. Київ, 01054, Україна

e-mail: vojtovicmaria0906@gmail.com

Voitovych M., Lobai S., Peretyatko T. EFFECTS OF HEAVY METAL COMPOUNDS TO BACTERIA, ISOLATED FROM DIFFERENT BIOTOPES OF ANTARCTICA. The resistance of *Pseudomonas* sp. 3B-in-57, *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54, *Pedobacter* sp. 2U-K-37, *Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78 and *Flavobacterium* sp. 2B-in-99, isolated from different biotopes of the Antarctica, to the simultaneously added two or three different combinations of $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, $K_2Cr_2O_7$ and $CdCl_2 \cdot 2,5H_2O$ to the cultivation medium for bacteria is studied. *Pseudomonas* sp. 3B-In-57 were the most resistant to the influence of different heavy metal compounds among the studied bacterial strains.

Психрофільні екстремофільні мікроорганізми є джерелом ферментів, полісахаридів та інших біологічно активних сполук (Kumari, 2021). Завдяки високій стабільності та активності за низьких температур, сполуки, синтезовані психрофільними мікроорганізмами, є перспективними для застосування в багатьох промислових процесах, особливо в галузі ремедіації (Kumari, 2021; Romaniuk, 2018). Антарктичні мікроорганізми, виділені із біотопів, забруднених різними сполуками важких металів, можуть бути джерелом створення екологічної системи очищення навколишнього середовища завдяки набутим особливим механізмам стійкості (Ausuri, 2022).

Метою роботи було дослідити стійкість штамів *Pseudomonas* sp. 3B-in-57, *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54, *Pedobacter* sp. 2U-K-37, *Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78 та *Flavobacterium* sp. 2B-in-99, які виділили співробітники кафедри мікробіології ЛНУ імені Івана Франка із зразків, відібраних під час УАЕ (2019-2021), до впливу $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, $K_2Cr_2O_7$, $CdCl_2 \cdot 2,5H_2O$. Чутливість бактерій до одночасного впливу різних

важких металів визначали після їх культивування в рідкому середовищі ТСБ, в яке одночасно додавали різні сполуки важких металів. Раніше було встановлено максимально переносимі концентрації важких металів для досліджуваних штамів бактерій (Voitovych, 2023).

Встановлено, що за внесення 25 мМ $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 2 мМ $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,25 мМ $\text{CdCl}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$ та 25 мМ $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ріст бактерій *Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78, виділених із місць гніздування *Larus dominicanus* на острові Галіндез, пригнічувався на 60 % порівняно з контролем. Бактерії були чутливими до одночасного внесення у середовище купрум (II) хлориду та калій біхромату.

Бактерії *Pedobacter* sp. 2U-K-37, виділені з ґрунту із місця гніздування *Larus dominicanus*, були стійкими до 0,25 мМ кадмій(II) хлориду і 10 мМ калій біхромату. Біомаса бактерій зменшилась на 80 % порівняно із контролем за внесення солей кадмію та мангану, а також купруму (II) та феруму (II). Бактерії не росли за одночасного впливу CdCl_2 , FeSO_4 та CuCl_2 .

Біомаса бактерій *Flavobacterium* sp. 2B-in-99, виділених із субстратів у місцях гніздування *Larus dominicanus*, за впливу 10 мМ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ із MnCl_2 знижувалась на 55% порівняно із контролем. Бактерії були найбільш чутливими до внесення у середовища комбінацій досліджуваних сполук важких металів із $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ та CuCl_2 .

3-поміж досліджуваних штамів бактерій *Pseudomonas* sp. 3B-In-57, виділені із хімічно забруднених субстратів внаслідок роботи дизельної станції, були найбільш стійкими до впливу сумішей важких металів.

Робота виконана за Державною цільовою науково-технічною програмою проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2025 роки.

**Вронська І., Зінчук Д., Буняк В., Комплікевич С.,
Масловська О., Гнатуш С.**

РІСТ БАКТЕРІЙ З ЗОНИ РИЗОСФЕРИ *COLOBANTHUS QUITENSIS*
(KING GEORGE ISLAND, MARITIME ANTARCTICA) ЗА ВПЛИВУ
NaCl І СПОЛУК ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: iruna.vronska@gmail.com

**Vronska I., Zinchuk D., Buniak V., Komplikevych S., Maslovska O.,
Hnatush S.** GROWTH OF BACTERIA FROM THE RHIZOSPHERE ZONE OF *COLOBANTHUS QUITENSIS* (KING GEORGE ISLAND, MARITIME ANTARCTICA) UNDER THE INFLUENCE OF NaCl AND HEAVY METAL COMPOUNDS. The work aimed to determine the resistance of isolates from the rhizosphere zone of *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. to heavy metal compounds and NaCl. In this work, it was studied growth of 28 rhizosheral isolates under the influence of NaCl (2.5–15.0%), $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (1–20 мМ),

$\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (1–6 mM), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (0.1–10 mM), $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$ (0.002–0.5 mM), $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ (0.5–5 mM), $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (0.5–20 mM). The largest number of isolates grew under the influence of the studied concentrations of $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ and $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$. The most toxic metal compound was $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$, since only 14 % of the isolates grew under the influence of 0.3 mM.

Ризосферні бактерії поліпшують ріст рослин, залучені у захист рослини від біотичних і абіотичних стресів [Sughra H., 2021]. Метою роботи було визначити стійкість ізолятів, виділених з зони ризосфери *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. до сполук важких металів та NaCl.

У роботі використали 28 ізолятів, які виділили раніше із зони ризосфери *C. quitensis* з зразків, які були отримані в українських антарктичних експедиціях упродовж 2021/2022 р. Для виявлення стійкості ізолятів до NaCl використовували розведений у 10 разів триптон-соевий агар (1/10 TSA, Merck, Millipore) з різними концентраціями NaCl (2,5; 5,0; 10,0; 15,0 %). Для виявлення стійкості ізолятів до сполук важких металів бактерії висівали методом штриха на 1/10 TSA, який містив $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ (1–20 mM), $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (1–6 mM), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (0,1–10 mM), $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$ (0,002–0,5 mM), $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ (0,5–5 mM), $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (0,5–20 mM). Для посіву використовували дводобову культуру, попередньо вирощену на 1/10 TSA. Посіви вирощували за температури 20 ± 1 °C, упродовж 7 діб.

93 % ізолятів із ризосфери *C. quitensis* росли на середовищі з 2,5% NaCl, 61 % ізолятів – з 5% NaCl, 25 % ізолятів – з 10% NaCl, 18% ізолятів – з 15 % NaCl . Ізоляти R512, R513, R515, R579, R599 росли на середовищі за впливу всіх досліджених концентрацій NaCl.

Найбільш стійкими ізоляти виявилися до впливу $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, оскільки 93 % з них росли за концентрації солі металу 1 mM; 73 % – за концентрації 5 mM; 57 % – за концентрації 7,5 mM; 43 % – за концентрації 10 mM; 30 % – за концентрації 15 mM; 13 % – за концентрації 20 mM. Ризосферні ізоляти виявляли подібну стійкість і до $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ (за концентрацій 0,5 mM та 2 mM росло 93 %, а за збільшення концентрації солі металу до 20 mM – 11 %). Усі виділені ізоляти росли за впливу $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$ у концентрації 0,5 mM. Однак, за внесення у середовище 1 mM солі металу і за вищих концентрацій кількість ізолятів, здатних рости за впливу солі металу, знижувалася до 17–7 %. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і $\text{CuCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ виявляли пригнічувальний вплив на більшість ізолятів ризосфери *C. quitensis*. За впливу цих сполук у концентрації 5 mM виростало не більше 3–5 % ізолятів. Значне інгібування росту виділених ізолятів виявлено за вирощування бакерій на середовищі з $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$. За впливу солі цього металу у концентрації 0,3 mM виростало 14 % ізолятів. Ізоляти R513, R579, R584 та R599 були стійкими до всіх солей металів у досліджених концентраціях.

Отже, найбільша кількість ізолятів росла за впливу досліджених концентрацій $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ і $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$. Найбільш токсичною сполукою

виявився $\text{CdCl}_2 \times 2,5\text{H}_2\text{O}$, оскільки за впливу 0,3 мМ солі виросло лише 14 % ізолятів.

Роботу виконано у межах Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці на 2011–2025 роки.

Гембара М., Мороз О., Яворська Г., Гнатуш С.

**ВІДНОВЛЕННЯ ЙОНІВ СУЛЬФАТУ
БАКТЕРІЯМИ *DESULFOVIBRIO* SP. ЗА ВПЛИВУ
НАТРІЙ НІТРАТУ ТА КАЛІЙ БІХРОМАТУ**

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: msriana.com@gmail.com

Hembara M., Moroz O., Yavorska H., Hnatush S. REDUCTION OF SULFATE IONS BY BACTERIA *DESULFOVIBRIO* SP. UNDER THE INFLUENCE OF SODIUM NITRATE AND POTASSIUM DICHROMATE. In the media with 3.47 mM SO_4^{2-} , NO_3^- and $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ the sulfate, nitrate and hexavalent chromium ions reduction by bacteria decreased 3.3–3.4, 1.5 and 1.3 times, respectively, in comparison with their reduction in the media with $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 or $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ only.

У процесі анаеробного дихання сульфатвідновлювальні бактерії окиснюють органічні сполуки або H_2 з використанням різних акцепторів електронів (Barton et al., 2015; Basniwal et al., 2017; Li et al., 2018). Здатність до дисиміляційного відновлення нітратів до нітритів та NH_4^+ описано для *Desulfovibrio desulfuricans*, *Desulfotomaculum* sp., *Desulfobacter* sp. (Marietou, 2016; Xia et al., 2018). У природних умовах, де переважно є кілька акцепторів електронів для анаеробного дихання, бактерії у першу чергу відновлюють ті, стандартний окисно-відновний потенціал яких вищий. Хоча послідовність відновлення акцепторів електронів мікроорганізмами визначається електрохімічними закономірностями, вона з'ясована недостатньо. Сульфатвідновлювальні бактерії поширені у водоймах, забруднених сульфатами, нітратами, нітритами, окисненими формами важких металів, зокрема, хрому, які негативно впливають на фізіолого-біохімічні процеси, які здійснюють ці мікроорганізми (Moroz et al., 2020; Moroz et al., 2022). Метою роботи було визначити ефективність відновлення йонів сульфату, нітрату та шестивалентного хрому за їх одночасного внесення у середовище бактеріями роду *Desulfovibrio*, виділеними з озера Яворівське.

Бактерії *Desulfovibrio desulfuricans* ІМВ К-6, *Desulfovibrio* sp. Yav-6, *Desulfovibrio* sp. Yav-8 вирощували у середовищі Кравцова-Сорокіна без SO_4^{2-} та солі Мора за анаеробних умов упродовж 10 діб за температури 28–30 °С (Гудзь та ін., 2014). Густина засіву була 0,1 г/л. Для дослідження відновлення бактеріями SO_4^{2-} , NO_3^- та Cr(VI) у середовище вносили 1 М розчини

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 та $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ за концентрації 3,47 мМ. Клітини висівали у середовище лише з $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 або $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ для перевірки використання бактеріями йонів сульфату, нітрату або Cr(VI) як єдиного акцептора електронів (контроль). Відновлення SO_4^{2-} , NO_3^- та Cr(VI) вивчали після їх внесення у середовище без клітин. До середовищ з NaNO_3 або $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ додавали цистеїн (0,2 г/л). До середовищ з NaNO_3 або $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 та $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ не вносили NH_4Cl . Біомасу визначали турбідиметричним методом, концентрації SO_4^{2-} , HS^- , Cr(III) та Cr(VI) у культуральній рідині – спектрофотометричним методом (Гудзь та ін., 2014). Вміст NO_3^- та NH_4^+ у культуральній рідині визначали з використанням йономіра “I-160Mi”.

За внесення у середовище 3,47 мМ SO_4^{2-} , 3,47 мМ NO_3^- та 3,47 мМ Cr(VI) бактерії нагромаджували біомасу у 1,4–1,7 та 1,3–1,4 рази нижчу, ніж у середовищах лише з SO_4^{2-} або NO_3^- , але у 1,5–1,7 рази вищу, ніж у середовищі лише з Cr(VI). У середовищі з 3,47 мМ SO_4^{2-} , 3,47 мМ NO_3^- та 3,47 мМ Cr(VI) ефективність відновлення йонів сульфату, нітрату та шестивалентного хрому знижувалася у 3,3–3,4, 1,5 та 1,3 рази, відповідно, порівняно зі середовищами, які містили лише SO_4^{2-} , NO_3^- або Cr(VI). У середовищі з SO_4^{2-} , NO_3^- та Cr(VI) ефективність відновлення NO_3^- виявилася найвищою, бактерії відновили NO_3^- у 2,2–2,3 рази більше, ніж SO_4^{2-} , і у 1,1–1,2 рази більше, ніж Cr(VI). У середовищі з 3,47 мМ SO_4^{2-} , 3,47 мМ NO_3^- та 3,47 мМ Cr(VI) бактерії продукували гідроген сульфід, йонів амонію та Cr(III) у 3,6–4,0, 1,5 та 1,4 рази менше, відповідно, ніж у середовищах лише з 3,47 мМ SO_4^{2-} , 3,47 мМ NO_3^- або 3,47 мМ Cr(VI). Отже, встановили, що Cr(VI) виявляє інгібувальну дію на відновлення бактеріями *Desulfovibrio* sp. йонів сульфату та нітрату, одночасно внесених у середовище за рівних концентрацій.

Грачова Д., Яворська Г., *Воробець Н., *Задерей Д.

АНТИМІКРОБНА ДІЯ ЕКСТРАКТІВ ЛИСТКІВ
GALINSOGA PARVIFLORA НА *BACILLUS BREVIS*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79001, Україна

*Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
вул. Пекарська, 69, м. Львів, 79010, Україна
e-mail: DARYNA.HRACHOVA@LNU.EDU.UA

Hrachova D., Yavorska H., *Vorobets N., *Zaderey D. ANTIMICROBIAL EFFECT OF *GALINSOGA PARVIFLORA* LEAF EXTRACTS ON *BACILLUS BREVIS*. The antibacterial activity of aqueous and aqueous-ethanolic extracts of *Galinsoga parviflora* shoots was evaluated against *Bacillus brevis* by measuring the growth retardation zone. A pronounced antibacterial effect of water and 20% water-ethanol extracts of *G. parviflora* shoots with a high content of chlorophylls and ascorbic acid against *B. brevis* was established.

Bacillus brevis (або *Brevibacillus brevis* або *Aneurinibacillus migulanus*) – це аеробні, спороутворюючі Грам-позитивні бактерії, які виділяють різні вторинні метаболіти – засоби для боротьби з фітопатогенами (Vogt et al., 2003; Yang, Yousef, 2018; Alenezi et al., 2016, 2017; Seddon et al., 2003). В окремих випадках ці бактерії самі стають збудниками захворювання (Parvez et al., 2009). Тому актуальним залишається вивчення впливу чинників, зокрема рослинного походження, на *Bacillus brevis*. *Galinsoga parviflora* (Cav.) є рослиною з родини айстрових (Asteraceae), що має лікувальні та дієтичні властивості (Damalas, 2008) і поширена в різних частинах землі зі сприятливими для неї кліматичними умовами, зокрема, в Україні. У надземній і підземній частинах *G. parviflora* було ідентифіковано різні біологічно активні речовини, серед яких кверцетин, бета-ситостерин, галова кислота, кемпферол та ін. (Shabasy, 2019; Mostafa et al., 2013). Наявність цих речовин надає *G. parviflora* потенційні фармакологічні властивості, зокрема, антибактерійні, протималярійні, протидіабетичні та протизапальні (Studzińska-Sroka et al., 2018; Katiyar et al., 2020). Ці властивості пов'язують передусім з антиоксидантною дією фенольних сполук у екстрактах рослини (Studzińska-Sroka et al., 2018), хоча антиоксидантною дією володіють й інші фітохімічні речовини. Але чи можуть рослинні екстракти впливати на спорові бактерії? Метою роботи було визначити *in vitro* вплив екстрактів надземної частини (або «трави» – пагонів) *Galinsoga parviflora* (Cav.) на бактерії *Bacillus brevis* VKMB-503 та вміст у них аскорбінової кислоти, органічних кислот і хлорофілів. Рослинну сировину збирали у фазу цвітіння, висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали в механічному млинку, просіювали крізь сито з діаметром 3 мм і використовували для приготування водних і водно-етанольних екстрактів згідно з Державною фармакопеею України (2015). Вміст аскорбінової та органічних кислот визначали як описано (Yavorska, Vorobets, 2020), вміст хлорофілів за як описано (Yavorska, Vorobets, 2019). Антибактерійну активність визначали методом дифузії в агар в модифікації лунок, вимірюючи діаметр зони інгібування (ЗІ). Культуру вважали чутливою до дії досліджуваного екстракту, якщо ЗІ була більше 10 мм (Cappelli et al., 2021).

Встановлено, що водні та водно-етанольні екстракти рослини *G. parviflora* мали значну інгібувальну дію щодо бактерій *Bacillus brevis*, спричиняючи зони інгібування від 12 до 24 мм. Зокрема, водний і 20% водно-етанольний екстракти спричиняли появу ЗІ більше 20 мм. Вміст хлорофілу *a* в екстрактах виявлений на рівні 22,04–22,47 мг/л, хлорофілу *b* – 52,08–52,32 мг/л. Вміст водорозчинної аскорбінової кислоти становив 193,7 мг/100 г⁻¹ в перерахунку на суху масу. Вміст органічних кислот становив до 34,46% від сухої маси в перерахунку на малат.

Отже, результати переконаливо підтверджують властивості екстрактів *Galinsoga parviflora* як потужного антибактерійного агента, здатного

ефективно інгібувати бактерії *Bacillus brevis*. Очевидно, що потужні антиоксиданти: аскорбінова та органічні кислоти, а також хлорофіли в складі екстрактів *G. parviflora* забезпечують їхні антимікробні властивості.

Данилів О., Книш І., Зінкевич А., Ханик Ю., Звир Г.
ФОСФАТМОБІЛІЗУВАЛЬНА АКТИВНІСТЬ БАКТЕРІЙ
РОДУ *ACHROMOBACTER*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: knisira15@gmail.com

Danyliv O., Knysh I., Zinkevych A., Hanyk Yu., Zvir G. PHOSPHATE-MOBILIZING ACTIVITY OF BACTERIA OF THE GENUS *ACHROMOBACTER*. It was investigated the phosphate mobilization ability of three strains of the *Achromobacter* genus. It was established that during cultivation in a medium for phosphate mobilizers, bacteria accumulated phosphate ions at a concentration from 330,1±26,6 to 451,8±39,4 mg per liter.

Фосфор – один з основних елементів живлення рослин, який впливає на формування врожаю і його якість. В орному шарі ґрунту запаси фосфору відносно невеликі – 2,3–4,4 т/га (у перерахунку на P₂O₅). Від цієї кількості 2/3 становлять солі ортофосфатної кислоти, а 1/3 – органічні фосфоровмісні сполуки (органічні рештки, гумус, фітат та ін.). Фосфор органічних залишків і гумусу мінералізується ґрунтовими мікроорганізмами, більшість перетворюється в малорозчинні солі, недоступні як поживна речовина для мікроорганізмів та рослин. У зв’язку з тим, що запаси сполук фосфору обмежені, а виробництво фосфорних добрив вимагає значних витрат, виникає необхідність пошуків додаткових джерел фосфорного живлення рослин. Одним з альтернативних способів є створення мікробних препаратів фосфатмобілізувальних бактерій. Фосфатмобілізацію можуть здійснювати бактерії родів *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* тощо (Курдиш, 2010; Тропівська, 2016).

Бактерії роду *Achromobacter* відіграють важливу роль у довкіллі, беручи участь у біодеструкції різних за хімічною структурою, часто дуже токсичних забруднювачів (Iyer, Damania, 2016; Liang, Hu et al., 2021). Описано здатність цих бактерій до біодеградації арсеніту (Cai, Rensing, Li et al., 2009), біфенілу (Furukawa, Hayase, Taira et al., 1989), галоароматичних кислот (Jencova, Strnad, Chodora et al., 2008) і поліциклічних вуглеводнів (Deng, Li, Liang et al., 2014). Бактерії роду *Achromobacter* відіграють важливу роль у житті рослин: стимулюють їхній ріст за рахунок утворення фітогормонів, здійснюють фіксування атмосферного азоту,

фосфатмобілізацію, сприяють засвоєнню мінералів, стимулюють стійкість рослин до фітопатогенів тощо (Abdel-Rahman et al., 2017; Dobbelaere et al. 2003; Vacheron et al. 2013; Sivasakthi et al. 2014).

З ґрунту, забрудненого флуоросинтетичним плівкоутворювальним піноутворювачем типу AFFF, виділено бактерії, здатні до біодеструкції протипожежних пін, та ідентифіковано на основі аналізу нуклеотидних послідовностей гена 16S рРНК та фізіолого-біохімічних властивостей як *Achromobacter* sp.AF-02. Для дослідження фосфатмобілізуювальної активності виділеного штаму, а також штамів *A. epsteinii* Б-46, *A. liquifaciens* Б-47, які зберігаються у колекції культур мікроорганізмів кафедри мікробіології ЛНУ імені Івана Франка, використовували середовище для фосфатмобілізаторів такого складу (г/л): $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 0,5; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,3; NaCl – 0,3; KCl – 0,3; $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,001; $\text{MnSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,001; CaCO_3 – 5,0; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ – 2,0; глюкоза – 10,0; дистильована вода – 1 л. Бактерії культивували на/у середовищі впродовж чотирьох діб за аеробних умов та температури 25–28 °С. У процесі росту культур визначали біомасу турбідиметричним методом, вміст фосфат-іону у культуральній рідині спектрофотометричним методом (Гончарук, Зуй, Максін, 2003; Гудзь, 2014). Вихідна біомаса становила 0,2 г/л.

Під час культивування бактерій на агаризованому середовищі для фосфатмобілізаторів навколо колоній утворювалися прозорі ділянки унаслідок розщеплення кальцію трифосфату. У рідкому середовищі у процесі культивування концентрація фосфат-іонів зростала від 31,16±0,3 мг/л до 451,8±39,4; 344,0±29,5 та 330,1±26,6 мг/л на 4 добу для бактерій *Achromobacter* sp.AF-02, *A. epsteinii* Б-46, *A. liquifaciens* Б-47 відповідно.

Данило І., Масловська О., Комплікевич С., Гнатущ С.

ЗДАТНІСТЬ ІЗОЛЯТІВ ІЗ ЕНДОСФЕРИ ТА РИЗОСФЕРИ
DESCHAMPSIA ANTARCTICA ПРОДУКУВАТИ
АУКСИНОПОДІБНІ СПОЛУКИ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: irunadanulo80@gmail.com

Danylo I., Maslovskaya O., Komplikevych S., Hnatush S. C. THE ABILITY OF ISOLATES FROM THE ENDOSPHERE AND RHIZOSPHERE OF *DESCHAMPSIA ANTARCTICA* TO PRODUCE AUXIN-LIKE COMPOUNDS. The aim of the study was to investigate the ability of antarctic microorganisms isolated from the endosphere and rhizosphere of *D. antarctica* to synthesize auxin-like compounds. Among the isolates of microorganisms isolated from the endosphere and rhizosphere of *D. antarctica*, 10 were capable of forming auxin-like compounds at a concentration of 2.0-12.0 µg/ml.

Несприятливі умови навколишнього середовища впливають на наземну біоту Антарктики, що відображається її низьким різноманіттям. Покритонасінні рослини тут представлені лише двома видами: щучник антарктичний *Deschampsia antarctica* E. Desv. та перлинниця антарктична *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. (Yerkhova et al., 2022). Екологічний успіх цих двох рослин в умовах Антарктики пов'язаний з адаптацією до багатьох факторів, зокрема, до низької доступності води в ґрунті, значної освітленості, солоності, вмісту важких металів. Однак, окрім адаптацій антарктичних рослин до чинників середовища, значну роль у виживанні цих рослин відіграє мікробіом ризосфери і ендосфери.

Метою роботи було дослідити здатність ізолятів мікроорганізмів, виділених із зони ендосфери та ризосфери *Deschampsia antarctica*, синтезувати ауксиноподібні сполуки.

У роботі досліджено 7 ізолятів із ризосфери (PE1, PE3, PE4, PE8, PO4, PP8, PT1) і 8 ізолятів з ендосфери (EO11, EO1, EO2, E63, E62, E35, EO13, ЕКм8, EO10), які виділили раніше зі зразків *D. antarctica*. Рослини були отримані в українських антарктичних експедиціях упродовж 2021/2022 р. Оліготрофні ізоляти EO11, EO1, EO2, EO13, PO4 вирощували на розведеному у 10 разів триптон-соевому агарі (ТСА), копіотрофні ізоляти – на ТСА. Після вирощування на агаризованому середовищі копіотрофні ізоляти пересівали у поживний бульйон 0,015% триптофану, оліготрофні ізоляти – у розведений у 10 разів поживний бульйон з 0,015% триптофану. Посіви вирощували упродовж 3 діб за температури 28 ± 2 °C та аерації. Вміст ауксиноподібних сполук визначали за методикою з додаванням реактиву Сальковського (Gang et al., 2019).

Лише чотири ізоляти, виділені з зони ендосфери *D. antarctica*, здатні продукувати ауксиноподібні речовини. Вміст цих сполук у середовищі культивування ізолятів EO1 і E35 був $2,38\text{--}2,5 \pm 0,5$ мкг/мл. Ізолят EO13 продукував $8,0 \pm 0,5$ мкг/мл ауксиноподібних сполук. Найвищий вміст ($12,0 \pm 0,4$ мкг/мл) ауксиноподібних сполук виявлено у середовищі культивування ізоляту EO10.

Ізоляти PE1, PE3, PE4, PE8, PO4, PT1, виділені з зони ризосфери *D. antarctica*, синтезували ауксиноподібні сполуки у межах $2,38\text{--}12,02$ мкг/мл. Ізолят PP8 не утворював ауксиноподібних сполук. Найвищий вміст ($7,0 \pm 0,5$ мкг/мл) ауксиноподібних сполук виявлено у середовищі вирощування ізолята PE1. Ізоляти PE3, PE4 і PE8 утворювали ауксиноподібні сполуки у межах $5,8\text{--}6,0$ мкг/мл. Вміст ауксиноподібних сполук у середовищі вирощування PO4 і PT1 не перевищував $2,0$ мкг/мл.

Отже, серед виділених з ендосфери та ризосфери *D. antarctica* ізолятів мікроорганізмів 10 були здатні утворювати ауксиноподібні сполуки.

Робота виконана за Державною цільовою науково-технічною програмою проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2025 роки.

**Зінчук Д., Вронська І., Губарик В., Масловська О.,
Комплікевич С., Гнатуш С.**

СИНТЕЗ АУКСИНОПОДІБНИХ СПОЛУК ІЗОЛЯТАМИ
ІЗ ЕНДОСФЕРИ *COLOBANTHUS QUITENSIS* (KUNTH) BARTL.
(О. КІНГ-ДЖОРДЖ, МОРСЬКА АНТАРКТИКА)

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: diana.zinchuk@lnu.edu.ua

Zinchuk D., Vronska I., Hubaryk V., Maslovska O., Komplikevych S, Hnatush S. SYNTHESIS OF AUXIN-LIKE COMPOUNDS BY ISOLATES FROM THE ENDOSPHERE OF *COLOBANTHUS QUITENSIS* (KUNTH) BARTL. (KING GEORGE ISLAND, MARITIME ANTARCTICA). Endophytic bacteria, which inhabit the internal parts of the plants, play a crucial role in the adaptation of *Deschampsia antarctica* E. Desv. and *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. to the Antarctic environment, in particular by modulating the levels of phytohormones and stimulating the antioxidant activity of the plants, thereby promoting their growth. The work was aimed to study the ability of isolates from the endosphere of *C. quitensis* to synthesise auxin-like compounds. In this study, 14 copiotrophic isolates and 33 oligotrophic isolates were used. Among the isolated endophytic bacteria of *C. quitensis*, copiotrophic microorganisms produced higher content of auxin-like compounds than oligotrophic isolates.

Ендофітні бактерії, які населяють внутрішні тканини рослин, відіграють вирішальну роль у адаптації *Deschampsia antarctica* E. Desv. та *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. до умов середовища. Ендофітна мікробіота *C. quitensis* позитивно впливає на процес фотосинтезу, врожайність та виживання не лише антарктичних рослин, а також сільськогосподарських.

Метою роботи було дослідити здатність ізолятів, виділених із зони ендосфери *C. quitensis*, синтезувати ауксиноподібні сполуки. У роботі використовували *C. quitensis* із о. Кінг-Джордж, Морська Антарктика, отримані в українських антарктичних експедиціях упродовж 2021/2022 року. Поверхневу стерилізацію рослин проводили за методикою (Barra et al., 2016). Після стерилізації рослину подрібнювали в стерильній ступці товкачем, робили серійні розведення в 0,9% NaCl і висівали на щільні поживні середовища. Для виділення копіотрофних мікроорганізмів використовували триптон-соевий агар (ТСА), для виділення оліготрофних мікроорганізмів – розведений у 10 разів ТСА. Для дослідження здатності синтезувати ауксиноподібні сполуки, готували суспензію бактерій у 0,9% розчині NaCl. Густина суспензії бактерій відповідала стандарту мутності за МакФарландом 3,0 од. 100 мкл суспензії бактерій засівали у поживний бульйон з 0,015% триптофану. Посіви вирощували за +28±2 °C та аерації

упродовж трьох діб. Ауксиноподібні сполуки визначали за модифікованою методикою з додаванням реактиву Сальковського (Gang et al., 2019).

У роботі використано 14 копіотрофних і 33 оліготрофних ізоляти із зони ендосфери *S. quitensis*. Усі копіотрофи синтезували ауксиноподібні сполуки у концентрації від 0,1 до 24,0 мкг/мл. Найвищий вміст ауксиноподібних сполук виявлено у середовищі культивування ізолятів К-465 (24,35±3,60 мкг/мл), К-468 (17,27±2,60 мкг/мл), К-470 (20,91±3,10 мкг/мл), К-471 (15,25±2,30 мкг/мл) і К-473 (17,88±2,68 мкг/мл). Найнижчий вміст ауксиноподібних сполук (0,10–0,79 мкг/мл) виявлено у середовищі культивування ізолятів К-469, К-466, К-464, К-474. Серед оліготрофних ізолятів не здатні синтезувати ауксиноподібні сполуки лише чотири ізоляти – О-485, О-553, О-555, О-559. 27 ізолятів продукували ауксиноподібні сполуки у межах від 0,16 мкг/мл до 20,05 мкг/мл. Серед оліготрофів найкраще продукують ауксиноподібні сполуки ізоляти О-481 (20,05±3,0 мкг/мл) та О-552 (17,77±2,60 мкг/мл).

Отже, виділені ізоляти ендоефітних бактерій *S. quitensis* здатні утворювати ауксиноподібні сполуки. Копіотрофні мікроорганізми із ендосфери *S. quitensis* синтезували вищий вміст ауксиноподібних сполук, порівняно з оліготрофними ізолятами.

Робота виконана за Державною цільовою науково-технічною програмою проведення досліджень в Антарктиці на 2011–2025 роки.

Кістриця Ю., Яворська Г., Воробець Н.*

**АНТИМІКРОБНА ДІЯ ЕКСТРАКТІВ КВИТОК
SOLIDAGA VIRGAUREA L. НА *MICROCOCCUS LUTEUS***

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79001, Україна

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

вул. Пекарська, 69, м. Львів, 79010, Україна

e-mail: YULIA.KISTRYTSIA@lnu.edu.ua

Kistrytsia Y., Yavorska H., Vorobets N. ANTIMICROBIAL EFFECT OF *SOLIDAGA VIRGAUREA* L. FLOWER EXTRACTS ON *MICROCOCCUS LUTEUS*. We determined the in vitro effect of aqueous-ethanolic extracts of *Solidaga virgaurea* L. flowers on the bacteria *Micrococcus luteus* VKM B-109. It was found that 20, 60 and 96% aqueous-ethanol extracts obtained from the inflorescence of *S. virgaurea* had a significant inhibitory effect on the tested bacteria and are promising for further studies of antibacterial properties.

Здавна лікарські рослини використовують як природний ресурс фізіологічно-активних речовин. Золотушник європейський (*Solidaga virgaurea* L.), також відомий в народі як золота різка, – це багаторічна трав'яниста рослина родини Айстрових (*Asteraceae*), чий пагони, листя,

квітки та коріння є лікарською сировиною. У народній медицині надземну частину золотушника використовують у разі жовчнокам'яної хвороби, запалення нирок, діареї, цинги і як сечогінний засіб (Melzig et al., 2016). Її використовують як антисептик, а також для лікування діабету, алергії та шлунково-кишкових розладів (Móricz et al., 2020). Аналогічно, настої або відвари цієї рослини використовують в традиційній медицині в багатьох частинах світу завдяки антибактеріальній та протизапальній дії (Gross et al., 2002), зокрема й для полоскання рота під час запалень ротової порожнини та горла. *Solidaga* містять флавоноїди, зокрема, рутин, кверцетин, астрагалін, нікотифлорин, біоробін (Pietta et al., 1991), а також їхні аглікони (Kraujalienė et al., 2017; Kruk et al., 2019).

Все частіше різноманітні захворювання спричиняють умовно-патогенні мікроорганізми. Наприклад, грампозитивні, нерухомі, кокові, сапротрофні бактерії *Micrococcus luteus*, які були описані Олександром Флемінгом у 1922 році як *Micrococcus lysodektricus*, у людей з ослабленим імунітетом або тих, хто використовує катетери, стають руйнаторами тканин організму (Федоренко та ін., 2021; Gupta et al., 2019). *M. luteus* в людей або тварин із низьким рівнем імунітету можуть рости в плазмі та нормальних тканинах, конкуруючи за харчування та виділяючи токсини, що призводить до значних уражень тканин (Erbasan, 2018; Guerra et al., 2019). В епоху поширення антибіотикорезистентності актуальним є пошук допоміжних та альтернативних засобів задля уникнення дисемінації або лікування хвороби після виявлення збудника. Такими можуть бути речовини рослинного походження.

Метою роботи було визначити *in vitro* вплив водно-етанольних екстрактів квіток *Solidaga virgaurea* L. на бактерії *Micrococcus luteus* VKM В-109. Квіти, які відбирали у фазу цвітіння, висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали в механічному млинку, просіювали крізь сито з діаметром 3 мм і використовували для приготування екстрактів. Водно-етанольні (ВЕ) витяжки готували з 20, 60 і 96% етанолом методом настоювання («мацерації») в темноті упродовж 14 діб. Екстрагування проводили відповідно до вимог Державної фармакопеї України (співвідношення наважка:екстрагент = 1:20 (маса, г/об'єм, мл). Антибактерійну активність визначали методом дифузії в агар в модифікації лунок, вимірюючи діаметр зони інгібування росту (ЗІР). Чутливість оцінювали за Cappelli et al., 2021. Як контроль використовували водний етанол у концентрації 20, 60 і 96%.

Встановили, що 20, 60 і 96% ВЕ екстракти, які отримані з суцвіття *S. virgaurea*, мали значну інгібувальну дію щодо бактерій *M. luteus*, спричиняючи зони затримки росту відповідно 6,3±0,3, 30,3±0,7 і 21,0±0,8 мм, а тому є перспективними для подальшого вивчення як антибактерійні.

Кістриця Ю., Яворська Г., Воробець Н.*, Мартинів Ю.*

ЕКСТРАКТИ НАДЗЕМНИХ ПАГОНІВ *GLECHOMA HEDERACEA* L. ПРОТИ *BACILLUS*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79001, Україна

**Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького*
вул. Пекарська, 69, м. Львів, 79010, Україна
e-mail: YULIA.KISTRYTSIA@lmu.edu.ua

Kistrytsia Yu., Yavorska H., Vorobets N., Martyniv Yu., Kril Z. EXTRACTS OF AERIAL SHOOTS OF *GLECHOMA HEDERACEA* L. AGAINST *BACILLUS*. The antibacterial activity of water and water-ethanol extracts of *Glechoma hederacea* shoots was evaluated against *Bacillus* by measuring the growth retardation zone. A pronounced antibacterial effect of water, 20 and 60% water-ethanol extracts of *G. hederacea* shoots with a content of hydroxycinnamic acids up to 6.39% with zones of inhibition up to 20 mm against *B. subtilis* and *B. brevis* was established.

Бактерії роду *Bacillus* є одним із домінуючих родів бактерій в ґрунті. Вони беруть участь у кругообігу поживних речовин, наданні рослинам стресостійкості та відомі генетичною і метаболічною різноманітністю. Наприклад, *Bacillus subtilis*, що є типовим видом роду *Bacillus*, на основі якого було вивчено основні метаболічні процеси та процеси клітинної диференціації, утворення спор, генетичну компетентність і формування біоплівки (Harwood et al., 2013). Відомо, що представники цього роду мають корисні властивості, зокрема, *Bacillus brevis* відомі як продуценти граміцидину S (Berditsch et al., 2007). Важливим аспектом є дослідження впливу різноманітних сполук на бактерії роду *Bacillus*.

Glechoma hederacea L. – багаторічна трав'яниста рослина родини Глухокропівових (*Lamiaceae*), надземну частину якої в народній медицині використовують як загоюючий і відхаркувальний засіб, а також у випадках хвороби сечового міхура, хвороб шкіри та ін. (Zhou et al., 2021), в етіології яких часто задіяні мікроорганізми. Нещодавно було досліджено вплив екстракту *G. hederacea* на пухлинні клітини HepG2 (Chao et al., 2021). Антибактерійні властивості екстрактів з цієї рослини не досліджено. Відомо, що значними антимікробними властивостями володіють гідроксикоричні кислоти (ГкК), які утворюються у рослинах (Borges et al., 2015). Цікаво було відстежити, як впливають екстракти пагонів *G. hederacea* на бактерії *B. subtilis* та *B. brevis* і вміст ГкК у застосованих екстрактах.

З висушених до повітряно-сухого стану надземних пагонів, які відбирали у фазу цвітіння, методом настоювання («мацерації») в темноті упродовж 14 діб готували екстракти з 20% і 60 % водним етанолом (ВЕ); водні екстракти (В) готували на водяній лазні за 70-80 °С впродовж 30 хв.

Екстрагування проводили відповідно до вимог ДФУ (співвідношення наважка:екстрагент = 1:20 (маса, г/об'єм, мл). Антибактерійну активність визначали методом дифузії в агар в модифікації лунок, вимірюючи діаметр зони інгібування (ЗІ). Культуру вважали чутливою до дії досліджуваного екстракту, якщо зона інгібування була більше 10 мм (Cappelli et al., 2021). Вміст ГкК визначали спектрофотометричним методом: у мірну колбу на 50 мл вносили 1 мл витяжки і доводили до мітки 20 % етанолом. Оптичну густину отриманого розчину вимірювали за довжини хвилі 325 нм, яка є аналітичною для хлорогенової кислоти. Розчин порівняння – 20% етанол. Вміст суми ГкК у відсотках (%) розраховували в перерахунку на хлорогенову кислоту та повітряно суху сировину з урахуванням питомих показників поглинання для хлорогенової кислоти.

Встановили, що В та ВЕ екстракти пагонів *G. hederacea* мали значну інгібувальну дію щодо *B. subtilis* та *B. brevis* з колекції культур мікроорганізмів кафедри мікробіології ЛНУ ім. Івана Франка. Діаметри ЗІ за впливу водних екстрактів становили $20\pm 0,5$ і $21\pm 0,5$ мм проти *B. subtilis* і *B. brevis*, відповідно, а виготовлені з 60% ВЕ спричиняли ЗІ, відповідно $20\pm 0,5$ і $13\pm 0,3$ мм. Вміст ГкК у застосованих екстрактах становив: у водному екстракті, з 20% ВЕ та з 60% ВЕ, відповідно 6,17; 6,39 та 4,30%. Отже, екстракти листків *Glechoma hederacea* з високим вмістом ГкК мають антибактерійні властивості проти *B. subtilis* і *B. brevis*.

Книш І., Данилів О., Зінкевич А., Ханик Ю., Звір Г.

**ЗДАТНІСТЬ БАКТЕРІЙ *ACHROMOBACTER* SP. AF-02
ВИКОРИСТОВУВАТИ НІТРАТ ЯК АКЦЕПТОР ЕЛЕКТРОНІВ**

Львівський національний університет імені Івана Франка
бул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: knisira15@gmail.com

Knysht I., Danyliv O., Zinkevych A., Hanyk Yu., Zvir G. THE ABILITY OF BACTERIA *ACHROMOBACTER* SP. AF-02 TO USE NITRATE AS AN ELECTRON ACCEPTOR. It was studied the ability of bacteria *Achromobacter* sp. AF-02 to use nitrate ions as electron acceptor. The level of nitrite ions accumulation by bacteria *Achromobacter* sp. AF-02 in the medium with KNO_3 as electron acceptor on the third day of growth was $2,5\pm 0,22$ mM.

Бактерії роду *Achromobacter* – прямі Грам-негативні неспортовіріні палички із заокругленими кінцями, довжиною 2,5–3 мкм та діаметром 0,8–1,2 мкм. Морфологічно вони подібні до інших неферментувальних Грам-негативних бактерій, особливо до *Pseudomonas* spp., проте їх можна легко відрізнити від псевдомонад за наявністю перитрихціальних джгутиків (*Pseudomonas* spp. мають полярні джгутики). Бактерії роду *Achromobacter* – облигатні аероби, хоча деякі види можуть жити і розмножуватися в

безкисневому середовищі. Більшість штамів зброджують ксилозу, деякі – глюкозу; оксидазо- і каталазопозитивні; добре ростуть на кров'яному агарі, агарі Мак-Конкі, утворюючи гладкі та блискучі колонії з чітким краєм. Під час культивування на живильних середовищах не утворюють пігментів. Більшість описаних видів – хемоорганотрофи, деякі – факультативні літоавтотрофи, здатні до окиснення гідрогену. Це убіквітарні гідробіонти, поширені у водоймах та ґрунті. Їх виявляють також у штучних гідроконструкціях, включаючи системи водопостачання та каналізації лікарняних стаціонарів, а також у кишечнику здорових людей (Gomila et al., 2011; Amoureux et al., 2013).

Бактерії роду *Achromobacter* беруть участь у колообігу сполук нітрогену у природі: здатні до діазотрофії, денітрифікації, нітрифікації. За анаеробних умов бактерії роду *Achromobacter* можуть використовувати нітрат-іони як акцептор електронів у процесі дисиміляційної денітрифікації (Kundu et al., 2011; Vyas et al., 2018). Метою роботи було дослідити використання нітрат-іонів як акцептора електронів клітинами бактерій *Achromobacter* sp. AF-02, виділених з ґрунту, забрудненого флуоросинтетичним плівкоутворювальним піноутворювачем типу AFFF.

Бактерії культивували за анаеробних умов у рідкому середовищі Гільтая (Гудзь, 2014) у пробірках об'ємом 20 мл, щільно закритих гумовими корками, за температури 25–28 °C упродовж трьох діб. У процесі росту культури визначали біомасу турбідиметричним методом, вміст NO_2^- та NO_3^- у культуральній рідині спектрофотометричним методом (Granger, 1996; Гудзь, 2014). Вихідна біомаса становила 0,1 г/л.

Занаявності у середовищі нітрат-іонів у вихідній концентрації 19,8 мМ бактерії *Achromobacter* sp. AF-02 на третю добу росту нагромаджували біомасу $2,34 \pm 0,18$ г/л та відновлювали нітрат-іони, нагромаджуючи при цьому $2,5 \pm 0,22$ мМ нітрит-іону. Концентрація нітрат-іонів знижувалася до $18,5 \pm 2,3$ мМ. Отже, бактерії-біодеструктори протипожежного плівкоутворювального флуоровмісного піноутворювача *Achromobacter* sp. AF-02 здатні до використання нітрат-іонів як акцептора електронів у процесі дисиміляційної денітрифікації.

**Коваль І., Пазур Н., Пелех С., Комплікевич С.,
Масловська О., Гнатюш С.**

**ВПЛИВ КАЛІЙ БІХРОМАТУ НА РІСТ БАКТЕРІЙ РОДУ
PSEUDOMONAS, ВИДІЛЕНИХ З РІЗНИХ
СУБСТРАТІВ АНТАРКТИКИ**

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: 777ir.92@gmail.com

Koval I., Pazur N., Pelekh S., Komplikevych S., Maslovskaya O., Hnatyush S. BIOMASS OF BACTERIA OF THE *PSEUDOMONAS* GENUS ISO-

LATED FROM DIFFERENT ANTARCTIC SUBSTRATES UNDER THE INFLUENCE OF POTASSIUM BICHROMATE. The aim of the study was to investigate the accumulation of biomass of bacteria *Pseudomonas yamanorum* IMB B-7916, *Pseudomonas* sp. 3B-in-57, and *Pseudomonas arsenicoxidans* 89_1T_89 under the influence of potassium bichromate. Three strains of different species of the *Pseudomonas* genus from Antarctic substrates differ in resistance to $K_2Cr_2O_7$. Among them, *P. arsenicoxidans* 89_1T_89 was the most sensitive, and *Pseudomonas* sp. 3B-in-57 was the most resistant.

З різних субстратів Антарктики часто виділяють бактерії родів *Pseudomonas*, *Psychrobacter*, *Arthrobacter* та *Flavobacterium* (Romaniuk et al., 2018). Бактерії роду *Pseudomonas*, поширені в різних біотопах, є компонентами ризосфери та філосфери рослин. Розповсюдження бактерій роду *Pseudomonas* у різних середовищах зумовлене їхньою здатністю використовувати різноманітні органічні сполуки як джерела карбону та енергії, а також стійкістю до різних факторів навколишнього середовища.

Метою роботи було дослідити нагромадження біомаси бактерій *Pseudomonas yamanorum* IMB B-7916, *Pseudomonas* sp. 3B-in-57 та *Pseudomonas arsenicoxidans* 89_1T_89, виділених із різних субстратів Антарктики, за впливу калій бихромату. *P. arsenicoxidans* 89_1T_89 виділили зі зразка *Deschampsia antarctica*, який відібрали на о. Галіндез під час українських антарктичних експедицій у 2019/2020 р., *P. yamanorum* IMB B-7916 – зі зразка, який містив ґрунт, мох, гриби (мис Расмусен, Антарктичний півострів, під час експедиції у 2019/2020 р.), *Pseudomonas* sp. 3B-in-57 – зі зразка з місця харчової та гніздової активності *Larus dominicanus*, який містив *Bryum pseudotriquetrum* (о. Галіндез, під час експедиції у 2020/2021 р.). Бактерії вирощували у триптон-соевому бульйоні (ТСБ) за температури $+28 \pm 2$ °C та аерації. Для дослідження впливу $K_2Cr_2O_7$ на нагромадження біомаси бактерій у середовище вносили 0,1–10,0 мМ солі металу. Як контроль використовували ТСБ без $K_2Cr_2O_7$. Біомасу бактерій визначали турбідиметрично.

P. arsenicoxidans 89_1T_89 вирощували у ТСБ упродовж 28 годин. Найвищу біомасу ($11,0 \pm 0,1$ г/л) виявили на 24 годину росту. Штам ріс за внесення у середовище $K_2Cr_2O_7$ у концентраціях 0,1–0,5 мМ. Зниження біомаси *P. arsenicoxidans* 89_1T_89 на 50 %, порівняно з контролем, встановлено за впливу $K_2Cr_2O_7$ у концентрації 0,2 мМ упродовж 28 годин культивування. За впливу солі металу у концентрації 0,5 мМ біомаса бактерій на другу годину росту знижувалася на 90 %, порівняно з контролем, а впродовж наступних 28 годин культивування була нижчою, ніж у контролі, на 73–83 %. Біомасу *Pseudomonas* sp. 3B-in-57 визначали впродовж 70 годин культивування (найвища біомаса – $13 \pm 0,1$ г/л була на 32 годину вирощування). Внесення 1,0 мМ $K_2Cr_2O_7$ спричиняло зниження

біомаси бактерій на 50 %, порівняно з контролем, а 2,0 мМ солі металу – на 90 %. *P. yamanorum* ІМВ В-7916 вирощували впродовж 32 годин. Найвищу біомасу (15,0±0,1 г/л) виявлено на 21 годину росту. *P. yamanorum* ІМВ В-7916 здатні рости за внесення у середовище $K_2Cr_2O_7$ у концентраціях 0,1–1,0 мМ. За впливу 0,7 мМ $K_2Cr_2O_7$ біомаса бактерій знижувалася на 90 %, порівняно з контролем, а 50 % пригнічення росту бактерій спостерігали за впливу 0,5 мМ солі металу.

Отже, три штами різних видів роду *Pseudomonas* із субстратів Антарктики відрізняються за стійкістю до впливу $K_2Cr_2O_7$. Серед досліджених штамів найбільш чутливим виявився *P. arsenicoxidans* 89_1T_89, а найбільш стійким – *Pseudomonas* sp. 3В-in-57.

Робота виконана за Державною цільовою науково-технічною програмою проведення досліджень в Антарктиці на 2011-2025 роки.

Кузеляк Х., Яворська Г., Воробець Н.*

ВПЛИВ ЕКСТРАКТІВ ЛИСТЯ

HEMEROCALLIS CITRINA BARONI НА БАКТЕРІЇ *PSEUDOMONAS*

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79001, Україна

*Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького

вул. Пекарська, 69, м. Львів, 79010, Україна

e-mail: KHRYSTYNA.KUZELIAK@lnu.edu.ua

Kuzeliak Kh., Yavorska H., Vorobets N. EFFECT OF *HEMEROCALLIS CITRINA* BARONI LEAF EXTRACTS ON *PSEUDOMONAS* BACTERIA. The antibacterial activity of water-ethanol extracts of *Hemerocallis citrina* leaves was evaluated against *Pseudomonas* by measuring the growth retardation zone. Pronounced antibacterial action of 20-, 60- and 96% water-ethanol extracts of *H. citrina* leaves with zones of inhibition up to 13 mm against *P. fluorescens* and up to 15 against *P. aeruginosa* was established.

Pseudomonas fluorescens є аеробною грамнегативною паличкою, спорідненою з *P. aeruginosa*. Як і інші види *Pseudomonas*, *P. fluorescens* широко поширений у природі і трапляється у воді та вологому ґрунті (Nishimura et al., 2017). *P. fluorescens* малопоширений представник мікробіоти різних ділянок тіла, включаючи рот, шлунок і легені (Scales et al., 2014). Стійкість до антимікробних препаратів призвела до серйозних обмежень щодо лікування інфекцій, спричинених *P. aeruginosa*, мікробів, які живуть в різних середовищах, зокрема ґрунті та воді, а також опортуністичних патогенів людини і тварин (Diggle et al., 2020). Це стало критичною проблемою зі смертельними наслідками, що спричиняє загалом 51 000 інфекцій лише в США за рік (Bassetti et al., 2018). Згідно звіту CDC у 2017 році мультирезистентні *P. aeruginosa* спричинили приблизно 32 600 інфекцій серед госпіталізованих пацієнтів і 2 700 передбачуваних смертей у США.

Актуальними є дослідження біологічно активних речовин рослинного походження як альтернативи класичним антимікробним засобам. Вид *Hemerocalis citrina* мають низку корисних ефектів, включаючи антидепресивні, протизапальні та протипухлинні властивості, зменшення проявів безсоння, полегшення ознак гепатитів, оскільки містять кілька класів біологічно активних компонентів, зокрема алкалоїди, флавоноїди, терпени, стероїдні сапоніни і фенольні глікозиди (Ma et al., 2022). Рослини *Hemerocalis* доволі поширені на різних територіях, зокрема й в Україні.

Метою роботи було дослідити *in vitro* дію водно-етанольних екстрактів листя *Hemerocallis citrina* Varoni на *Pseudomonas*.

Листя з *H. citrina*, вирощених на околицях Львова, збирали під час цвітіння, висушували до сухого стану, подрібнювали та просіювали крізь сито з діаметром 3 мм. Для отримання екстрактів рослину сировину екстрагували 20, 60 і 96 % етанолом методом настоювання («мацерації») в темноті упродовж двох тижнів. Екстрагування проводили відповідно до вимог Державної фармакопеї України (співвідношення наважка: екстрагент = 1:20 (маса, г/об'єм, мл). Для визначення антимікробної активності використали метод дифузії в агар в модифікації лунок і циліндриків. Культуру вважали чутливою до дії досліджуваного екстракту за умови, коли зона затримки росту (ЗЗР) була більше 10 мм (Cappelli et al., 2021).

Встановлено, що 20, 60 і 96 % водно-етанольні екстракти листя *H. citrina* інгібували ріст *P. fluorescens* незалежно від концентрації та природи екстрагента із діаметром ЗЗР від 6,3 до 13,0 мм. Щодо впливу тих же екстрактів на патогенний штам *P. aeruginosa*, то виявлено, що зі збільшенням концентрації водного етанолу в екстрактах пропорційно збільшується діаметр ЗЗР від 6 до 15 мм.

Отже, досліджувані водно-етанольні екстракти листя *Hemerocallis citrina* мають антибактерійні властивості щодо бактерій *Pseudomonas* й, очевидно, є перспективними щодо подальшого вивчення та розробки протимікробних засобів на їхній основі.

Лабінець Ю., Мороз О., Яворська Г., Гнатуш С.

**ВПЛИВ СПОЛУК ХЛОРУ ТА ЙОДУ НА ОКИСНЕННЯ
ГІДРОГЕН СУЛЬФІДУ *CHLOROBIUM LIMICOLA* IMV K-8**

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

e-mail: yuliia.labinets@lnu.edu.ua

Labinets Yu., Moroz O., Yavorska H., Hnatush S. THE INFLUENCE OF CHLORINE AND IODINE COMPOUNDS ON HYDROGEN SULFIDE OXIDATION BY *CHLOROBIUM LIMICOLA* IMV K-8. Iodide and chloride ions in the composition of KI and NaCl at concentrations 2.0-4.0 times higher than the MPC inhibit the biomass accumulation, hydrogen sulfide oxidation and the sulfate ions production by phototrophic green sulfur bacteria during growth

in the medium with $\text{Na}_2\text{S}\times 9\text{H}_2\text{O}$. The content of glucose and glycogen in cells of bacteria grown in media with iodide and chloride ions at concentration 4.0 times higher than the MPC exceeded the control values 1.79–2.26 and 2.00–2.21 times, respectively.

Зелені сіркові бактерії здійснюють аноксигенний фотосинтез, використовуючи сульфіди, тіосульфати, нітрити, Fe(II), молекулярний водень, органічні сполуки як екзогенні донори електронів. Джерелом карбону для них є CO_2 (Hallenbeck, 2017). Середовища їхнього існування у природі формуються на стику безкисневих і кисневмісних вод, у яких часто виникає дефіцит фосфору й нітрогену. За цих умов у мікроорганізмів спостерігається біосинтез запасних полісахаридів, зокрема, глікогену (Горішний та ін., 2012). Забруднювачі неорганічної природи змінюють перебіг біологічних процесів очищення довкілля, проте їхній вплив на фізіологічні властивості фототрофних сіркобактерій є мало вивченим (Moroz et al., 2021; Мороз та ін., 2023). Метою роботи було вивчити вплив йонів йодиду та хлориду у складі калій йодиду, натрій хлориду та хлорнітрофенолу на окиснення гідроген сульфід у клітинами фотосинтезувальних зелених сіркобактерій, виділених з озера Яворівське.

Бактерії *Chlorobium limicola* IMB K-8 культивували впродовж 10 діб у середовищі Ван Ніля з $\text{Na}_2\text{S}\times 9\text{H}_2\text{O}$ (4,2 мМ) та KI, NaCl або $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClNO}_3$ за безкисневих умов та температури 28 °C (Гудзь та ін., 2014). Бактерії освітлювали з інтенсивністю 40 лк променями з довжиною хвиль 700–800 нм. Густина засіву становила 0,2 г/л. KI та NaCl додавали до середовища за гранично допустимих концентрацій (ГДК) йонів йодиду та хлориду 0,000394 та 9,859 мМ, відповідно, та за концентрацій, які відрізнялися від ГДК у 0,5; 2,0; 3,0; 4,0 рази. $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClNO}_3$ додавали до середовища за ГДК йонів хлориду 9,859 мМ та за концентрацій, які відрізнялися від ГДК у 0,03; 0,06; 0,11; 0,17; 0,22; 0,50; 2,00 рази. Як контроль використовували середовище без забруднювачів. Біомасу бактерій визначали турбідиметричним методом, вміст HS^- та SO_4^{2-} у культуральній рідині – спектрофотометричним методом (Гудзь та ін., 2014). Вміст глюкози та глікогену визначали у безклітинних екстрактах *C. limicola* IMB K-8 ферментативним методом за допомогою аналітичного набору “Діаглюк-2” (Гончар, 1998).

Виявлено, що йони йодиду та хлориду у складі KI та NaCl за концентрації, вищої від ГДК у 4,0 рази, негативно впливають на нагромадження біомаси *C. limicola* IMB K-8 за росту в середовищі з $\text{Na}_2\text{S}\times 9\text{H}_2\text{O}$. KI та NaCl за концентрацій, які перевищують ГДК у 2,0–4,0 рази, інгібують окиснення бактеріями гідроген сульфід та накопичення йонів сульфату. Йони хлориду у складі $\text{C}_6\text{H}_4\text{ClNO}_3$ за концентрації, вищої від ГДК у 2,0 рази, лише незначно пригнічували нагромадження бактеріями біомаси, окиснення HS^- та утворення SO_4^{2-} . З’ясовано, що

зростання концентрації галогенідів у середовищі з $\text{Na}_2\text{S} \times 9\text{H}_2\text{O}$ призводить до збільшення нагромадження внутрішньоклітинних вуглеводів *C. limicola* ІМВ К-8, порівняно з контрольними пробами. Вміст глюкози та глікогену у клітинах бактерій, вирощених у середовищах із йонами йодиду та хлориду за концентрації, вищої від ГДК у 4,0 рази, перевищував контрольні значення у 1,79–2,26 та 2,00–2,21 рази, відповідно. Отже, сполуки хлору та йоду за концентрацій у середовищі, відмінних від ГДК у 2,0–4,0 рази, інгібують нагромадження бактеріями біомаси, окиснення гідроген сульфід у утворення йонів сульфату, але стимулюють синтез внутрішньоклітинних глюкози та глікогену.

Лобай С.¹, Войтович М.¹, Перетятко Т.^{1,2}

**МОРФОЛОГІЧНІ ТА ФІЗІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ІЗОЛЯТІВ
БАКТЕРІЙ, ВИДІЛЕНИХ З-ПІД МОХУ В МІСЦЯХ ГНІЗДУВАННЯ
PYGOSCELIS PAPUA (О. ГАЛІНДЕЗ, АНТАРКТИКА)**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

²Національний антарктичний науковий центр

б-р Тараса Шевченка, 16, м. Київ, 01054, Україна

e-mail: sofyalobay1@gmail.com

**Lobai S., Peretyatko T., Voitovych M. MORPHOLOGICAL AND
PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF BACTERIAL ISOLATES FROM UN-
DER THE MOSS IN THE NESTING PLACES OF PYGOSCELIS PAPUA
(GALINDEZ ISLAND, ANTARCTIC). Morphological and physiological prop-
erties of bacterial isolates from under the moss in the nesting places of pygoscelis
papua are studied.**

Мікроорганізми домінують у більшості антарктичних екосистем і відіграють вирішальну роль у їх функціонуванні. Екстремофільні мікроорганізми, виділені з різних біотопів Антарктики, мають унікальні метаболічні властивості, що є перспективними для біотехнологічного застосування (Silva et al., 2018). Багато ізолятів можуть синтезувати холодостійкі ферменти, антирадіаційні та антибактеріальні активні речовини та інші вторинні метаболітів, які є важливими в багатьох галузях, зокрема в екологічній інженерії, сільському господарстві, харчовій, фармацевтичній промисловості, продукції біопалива тощо (Cui et al., 2023). Дослідження властивостей мікроорганізмів, виділених з різних біотопів Антарктики, розкриває структуру мікробних угруповань, дає змогу з'ясувати вплив чинників навколишнього середовища на мікроорганізми, а також може приводити до відкриття нових видів.

Матеріалом для досліджень були 15 зразків субстрату, відібрані з-під моху *Polytrichum strictum* у місцях гніздування *Pygoscelis papua*,

під час сезону у 27-й Українській антарктичній експедиції з п’яти різних ділянок, які відрізнялися ступенем орнітогенного впливу. Для виділення чистих культур мікроорганізмів використовували класичні агаризовані та рідкі живильні середовища. Для дослідження здатності бактерій використовувати різні джерела карбону використовували середовища Гісса з сахарозою, манітом, рамнозою, інозитом, сорбітом, глюкозою, лактозою і мальтозою. Для встановлення здатності бактерій фіксувати молекулярний азот їх культивували у середовищі Ешбі; відновлювати нітрат-йони – у середовищі Гільтая; засвоювати сечовину – у синтетичному середовищі такого складу (г/л): Na-винно-лимоннокислий – 5,0; сечовина – 5,0; K_2HPO_4 – 0,2; $MgSO_4$ – 0,5; вода дистильована – 1 л. Для індикації виділення аміаку використовували індикатор бромтимоловий синій (Гудзь та ін., 2014).

Виділено 30 ізолятів бактерій, які мають кокоподібну форму діаметром 0,4–1,5 мкм або паличкоподібну форму розміром 1,5-2,0 x 0,1-0,5 мкм. Частка Грам-позитивних ізолятів становить 81,7% від усіх. Схарактеризовано морфологічні властивості колоній, що виростили на щільному середовищі TSA: форма колоній переважно правильна кругла та амебоїдна, структура – дрібнозерниста або однорідна, поверхня – гладка, консистенція – переважно масляниста та однорідна, за оптичними властивостями колонії непрозорі або напівпрозорі, край колонії гладкий у всіх ізолятів. У напіврідкому середовищі товстий плівковий характер росту спостерігали у 15,8 % ізолятів, флокулярний – 15,8 %, поверхневий – 15,8 %, рівномірний – 15,8 %, у вигляді бурульки конічної форми – 36,8 %. Здатність фіксувати атмосферний азот виявлено у 80,8% досліджених ізолятів, відновлювати нітрат-йони – 41,6 %, засвоювати сечовину – 45,5 %. Виявлено, що 73,3 % ізолятів росли на середовищі з сахарозою, 96,6 % – манітом, 80 % – рамнозою, 83,3 % – інозитом, 83,3 % – сорбітолом, 86,6 % – глюкозою; 93,3 % – лактозою; 76,6 % – мальтозою. Виділення кислоти та зміну кольору середовищ Гісса з різними джерелами карбону спостерігали у 42,3 % випадків. Ізоляти, виділені з одного біотопу, мають подібні фізіологічні властивості.

Макарик А., Мельник М., Менів Н., Галушка А., Гнатуш С.

РІСТ АКТИНОБАКТЕРІЙ, ВИДІЛЕНИХ З ПОРОДНОГО ВУГІЛЬНОГО ВІДВАЛУ, ЗА ВПЛИВУ СОЛЕЙ ЦИНКУ ТА ПЛЮМБУМУ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: fenshy9086@gmail.com*

Makaryk A., Melnyk M., Meniv N., Halushka A., Hnatush S.
GROWTH OF ACTINOBACTERIA, ISOLATED FROM COAL MINE
SPOIL HEAP, UNDER THE INFLUENCE OF ZINC AND LEAD SALTS.
Zinc sulfate partially inhibited the growth of *Streptomyces* sp. CEF-7 bacteria,
isolated from Central Enrichment Factory “Chervonohradska” spoil heap under

sulfur snags, at concentration 0.7 mM. Growth of CEF-15 isolate from the control sample was inhibited at 0.07 mM of salt. Lead nitrate inhibited the growth of *Streptomyces* sp. CEF-7 bacteria and CEF-15 isolate at concentration 1.6 mM and did not cause the decrease in biomass yield of CEF-16 isolate from the control sample.

Основним джерелом забруднення довкілля Львівсько-Волинського вугільного басейну є породні відвали шахт. З ними пов'язано виділення в атмосферу міст і селищ шкідливих газів і пилу, забруднення води і ґрунтів (Дяків, 2017).

Промислові відходи Червоноградського гірничопромислового району, як-от важкі метали, сполуки сульфуру тощо, є основними джерелами забруднення ґрунтів та порушують екологічну рівновагу цих територій (Сиса, Мякуш, 2020). Наявність токсичних металів у ґрунті може серйозно сповільнювати біодеградацію органічних забруднювачів, становити ризики та небезпеку для екосистеми і людей (Wuana, Okieimen, 2011). Водночас, території, забруднені важкими металами, є джерелом толерантних до них популяцій мікоризних грибів, актинобактерій, ризосферних бактерій, які можуть впливати на рухливість мікроелементів та їх доступність (Hanus-Fajerska et al., 2015).

Дослідили вплив солей важких металів на актинобактерії, виділені зі зразка субстрату, відібраного з породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики «Червоноградська» під виступами сірки, та контрольного зразка, відібраного з того ж відвалу. Цинк сульфат спричиняв суттєве інгібування росту бактерій *Streptomyces* sp. CEF-7, виділених з дослідного зразка, за концентрацій 0,7 mM (середній вміст цинку у відвалі) і вище. На другу добу росту за наявності 0,7 mM $ZnSO_4$ біомаса зменшилася на 75 %, порівняно з контролем без металу. Біомаса ізоляту CEF-15, виділеного з контрольного зразка, зменшилася на 50 % вже за 0,07 mM солі.

За концентрації 0,035 mM плюмбум нітрат призводив до зростання біомаси бактерій *Streptomyces* sp. CEF-7, порівняно з контролем. За наявності 1,6 mM солі, що вп'ятеро більше за максимальну концентрацію плюмбуму у відвалі, спостерігали неповне пригнічення росту цих бактерій. На першу добу росту біомаса була на 62 % меншою, ніж у контролі. За інших концентрацій плюмбум нітрат не впливав на ріст бактерій.

Ізолят CEF-15 виявився більш чутливим до плюмбум нітрату, оскільки на першу добу біомаса зменшилася на 74 %, порівняно з контролем, а ізолят CEF-16, теж виділений з контрольного зразка, – менш чутливим, оскільки плюмбум нітрат за досліджуваних концентрацій не спричиняв зниження урожаю культури.

Усі досліджувані ізоляти бактерій є досить стійкими до плюмбум нітрату, зокрема, якщо порівнювати з впливом плюмбуму на 59 ізолятів

актинобактерій, виділених з різних гірничовидобувних відходів у Марокко, 44,6 % яких зовсім не росли за наявності 1,2 мМ плумбуму. Багато актинобактерій, виділених з таких відходів, здатні акумулювати плумбум (El Baz et al., 2015). Це вказує на перспективу використання досліджуваних бактерій для розроблення біотехнологій очищення середовища від сполук плумбуму.

Матвієнко Н., Мороз О., Гнатуш С.

**ВІДНОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОЇ СІРКИ БАКТЕРІЯМИ
DESULFUROMONAS SP. ЗА ВПЛИВУ НАТРИЙ НІТРАТУ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: nataliia.matviienko@lnu.edu.ua*

Matviienko N., Moroz O., Hnatush S. ELEMENTAL SULFUR REDUCTION BY BACTERIA *DESULFUROMONAS* SP. UNDER THE INFLUENCE OF SODIUM NITRATE. In the medium with 3.47 mM S^0 and NO_3^- the efficiency of nitrate ions reduction by bacteria decreased 1.3–1.4 times, compared with their reduction in the medium with NO_3^- (88.8–91.1%). In the medium with S^0 and $NaNO_3$ bacteria produced 3.3–3.6 times more NH_4^+ than S^{2-} .

Сірковідновлювальні бактерії роду *Desulfuromonas* привертають увагу дослідників як потенційні агенти очищення стічних вод, забруднених H_2S , нітратами, нітритами та сполуками важких металів (Richter et al., 2012; Viti et al., 2014; Guo et al., 2020; Moroz et al., 2022). Вплив йонів нітрату на відновлення сірковідновлювальними бактеріями елементної сірки залишається мало вивченим. Закономірності відновлення бактеріями різних акцепторів електронів за їх одночасної присутності у середовищі залежать від багатьох факторів і потребують поглибленого вивчення. Метою роботи було вивчити відновлення елементної сірки та йонів нітрату за їх одночасної присутності у середовищі бактеріями роду *Desulfuromonas*, виділеними з озера Яворівське.

Бактерії *Desulfuromonas acetoxidans* IMB B-7384, *Desulfuromonas* sp. Yavor-5 і *Desulfuromonas* sp. Yavor-7 вирощували у середовищі Кравцова-Сорокіна без SO_4^{2-} та солі Мора за анаеробних умов упродовж 10 діб за температури 28–30 °C (Гудзь та ін., 2014). Густина засіву – 0,1 г/л. Стерильну сірку вносили в середовище за концентрації 0,11 г/л (3,47 мМ – концентрація SO_4^{2-} у середовищі Кравцова-Сорокіна). Стерильний 1 М розчин $NaNO_3$ вносили у середовище за концентрації 3,47 мМ. Для визначення здатності бактерій відновлювати S^0 та NO_3^- їх висівали у середовище, в яке вносили наважки сірки та розчин $NaNO_3$. Клітини також висівали у середовище, до якого додавали S^0 або $NaNO_3$ для перевірки росту бактерій у середовищах з S^0 або NO_3^- як єдиним акцептором електронів (контроль). Відновлення S^0 та

NO_3^- вивчали після їх внесення у середовище без клітин. До середовища з NaNO_3 додавали цистеїн (0,2 г/л). До середовищ з NaNO_3 або S^0 та NaNO_3 не вносили NH_4Cl . Після 2, 4, 6, 8 та 10 діб росту визначали біомасу, концентрації йонів нітрату, гідроген сульфід у культуральній рідині (Гудзь та ін., 2014). Біомасу визначали турбідиметричним методом, концентрацію гідроген сульфід у спектрофотометричним методом (Гудзь та ін., 2014). Вміст NO_3^- та NH_4^+ у культуральній рідині вимірювали з використанням йоноселективних електродів йономіром “I-160Mi”.

За внесення у середовище 3,47 мМ S^0 та/або 3,47 мМ NaNO_3 біомаса штамів на 10 добу культивування виявилася найвищою у середовищі з NO_3^- , порівняно зі середовищами з S^0 або S^0 і NaNO_3 . У середовищі з S^0 і NaNO_3 біомаса була нижчою на 9–15%, ніж у середовищі лише з NaNO_3 , але вищою на 10–12%, ніж у середовищі з S^0 . Ефективність відновлення NO_3^- у середовищі лише з NaNO_3 становила 88,8–91,1%. У середовищі з двома акцепторами електронів спостерігали зниження ефективності відновлення NO_3^- у 1,3–1,4 рази, порівняно з середовищем, яке містило лише NO_3^- . Залишковий вміст NO_3^- у середовищі з S^0 і NaNO_3 становив 1,02–1,14 мМ, а у середовищі з NaNO_3 він не перевищував 0,31–0,39 мМ на 10 добу росту бактерій. Концентрація йонів амонію, утворених бактеріями у середовищі лише з NaNO_3 , становила 2,44–2,52 мМ. Порівняно зі середовищем, що містило NO_3^- , у середовищі з S^0 та NaNO_3 бактерії утворили на 13–15% менше йонів амонію. Концентрація гідроген сульфід у середовищі з S^0 на 10 добу становила 2,36–2,40 мМ. Вміст гідроген сульфід у середовищі з S^0 та NaNO_3 становив 0,59–0,65 мМ і виявився у 3,7–4,0 рази меншим, ніж у середовищі лише з S^0 . Оскільки у середовищі з однаковим початковим вмістом S^0 та NaNO_3 бактерії утворювали у 3,3–3,6 рази більше NH_4^+ , ніж S^{2-} , можна припустити, що відновлення NO_3^- вони здійснювали більш ефективно, ніж відновлення S^0 .

Смерека У., Мороз О., Гнатущ С.

СУЛЬФІДОГЕННА АКТИВНІСТЬ БАКТЕРІЙ

DESULFOVIBRIO SP. ЗА ВПЛИВУ НАТРІЙ НІТРАТУ

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна

e-mail: uliana.smereka.blb@lnu.edu.ua

Smereka U., Moroz O., Hnatush S. SULFIDOGENIC ACTIVITY OF BACTERIA *DESULFOVIBRIO* SP. UNDER THE INFLUENCE OF SODIUM NITRATE. In the media with 3.47 мМ SO_4^{2-} and NO_3^- the sulfate and nitrate ions reduction by bacteria decreased 2.2–2.8 and 1.2–1.4 times, respectively, in comparison with their reduction in the media with only $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$ or NaNO_3 .

Сульфатвідновлювальні бактерії, які поширені у природі в місцях з низьким окисно-відновним потенціалом, використовують окиснені сполуки

сульфуру, нітрогену та важких металів як акцептори електронів, а органічні сполуки або H_2 – як донори електронів (Перетятко та ін., 2009; Moroz et al., 2022). Вони привертають увагу дослідників як потенційні агенти очищення водних і ґрунтових середовищ з комплексним забрудненням (Barton et al., 2015; Li et al., 2018; Abdulina et al., 2018; Teng et al., 2019; Moroz et al., 2022). Закономірності відновлення бактеріями різних акцепторів електронів залежать від багатьох факторів і поки що залишаються недостатньо вивченими (Rosenberg et al., 2014; Дорош та ін., 2015). Метою роботи було дослідити ефективність відновлення йонів сульфату та нітрату за їх одночасної присутності у середовищі бактеріями роду *Desulfovibrio*, виділеними з озера Яворівське.

Бактерії *Desulfovibrio desulfuricans* IMB K-6, *Desulfovibrio* sp. Yav-6, *Desulfovibrio* sp. Yav-8 вирощували у середовищі Кравцова-Сорокіна без SO_4^{2-} за анаеробних умов упродовж 10 діб за температури 28–30 °C (Гудзь та ін., 2014). У середовище вносили стерильні 1 М розчини $Na_2SO_4 \times 10H_2O$ та $NaNO_3$ за концентрації 3,47 мМ (3,47 мМ – концентрація сульфатів у стандартному середовищі Кравцова-Сорокіна). Для дослідження ефективності відновлення бактеріями йонів сульфату та нітрату за їх одночасної присутності у середовищі клітини висівали у середовище (густина засіву – 0,1 г/л), у яке вносили розчини $Na_2SO_4 \times 10H_2O$ та $NaNO_3$. Клітини також висівали у середовище, до якого додавали розчини $Na_2SO_4 \times 10H_2O$ або $NaNO_3$ для перевірки росту бактерій у середовищах з йонами сульфату або нітрату як єдиним акцептором електронів (контроль). У середовище без клітин вносили йони сульфату та/або нітрату та досліджували їхнє відновлення. До середовища з $NaNO_3$ додавали цистеїн (0,2 г/л). До середовищ з $NaNO_3$ або $Na_2SO_4 \times 10H_2O$ та $NaNO_3$ не вносили NH_4Cl . Після 2, 4, 6, 8 та 10 діб росту визначали біомасу та вміст йонів сульфату, гідроген сульфід, нітрату та амонію в культуральній рідині (Гудзь та ін., 2014). Біомасу визначали турбідиметричним методом, концентрацію SO_4^{2-} та HS^- – спектрофотометричним методом (Гудзь та ін., 2014). Вміст NO_3^- та NH_4^+ у культуральній рідині вимірювали з використанням йоноселективних електродів йономіром “I-160Mi”.

За внесення у середовище SO_4^{2-} та NO_3^- біомаса штамів була у 1,1 рази вищою, ніж у середовищі з $NaNO_3$, проте незначно нижчою, ніж у середовищі з $NaSO_4 \times 10H_2O$. У середовищі з SO_4^{2-} та NO_3^- ефективність відновлення йонів сульфату знижувалася у 2,2–2,8 рази, а рівень продукування бактеріями H_2S знижувався у 2,3–2,5 рази, порівняно із середовищем лише з $NaSO_4 \times 10H_2O$. У середовищі з SO_4^{2-} та NO_3^- ефективність відновлення йонів нітрату знижувалася у 1,2–1,4 рази, а рівень продукування бактеріями йонів амонію знижувався у 1,3 рази, порівняно з середовищем лише з $NaNO_3$. Рівень відновлення йонів нітрату клітинами у середовищі з однаковим вмістом SO_4^{2-} та NO_3^- перевищував рівень

використання бактеріями йонів сульфату у 1,7–2,2 рази, можливо, у зв'язку із значно вищим окисно-відновним потенціалом як NO_3^- акцептора електронів анаеробного дихання, ніж SO_4^{2-} . Отже, встановили, що за умов одночасного внесення у середовище SO_4^{2-} та NO_3^- нітрагредукція здійснювалася бактеріями інтенсивніше. Бактерії роду *Desulfovibrio* перспективні для використання у технологіях очищення довкілля від SO_4^{2-} та NO_3^- як за наявності у середовищі кожного акцептора окремо, так і за присутності обох одночасно.

Шаховніна О., Горбаток А.

ВПЛИВ ЕНДОФІТНИХ ГРИБІВ РОДУ *PENICILLIUM* НА СИМБІОТИЧНУ СИСТЕМУ «*GLYCINE MAX – BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM*» ТА РОСТОВІ ПОКАЗНИКИ СОЇ

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14035, Україна
e-mail: helenshah@ukr.net*

Shakhovnina O., Horbatok A. INFLUENCE OF *PENICILLIUM* FUNGI ON THE SYMBIOTIC SYSTEM “*GLYCINE MAX – BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM*” AND SOYBEAN GROWTH PARAMETERS. New strains of *Penicillium* endophytic fungi are attributed to the species *P. funiculosum* Thom, *P. variable* Sopp, *P. glauco-lanosum* Chalabuda, and *P. steckii* Zaleski based on their morphological and cultural characteristics. The positive influence of the studied strains on the symbiotic parameters of soybeans was shown. A tendency towards an increase in the number of nodules versus the control in all variants, an increase in the mass of nodules in the variants when soybean seeds were treated with spores of *P. variable* 20173 and *P. funiculosum* 20312 by 28.4 and 36.4%, respectively, an increase in the nitrogenase activity of nodules by 29.8–38.5% in variants with the use of *P. steckii* 2204, *P. glauco-lanosum* 20401, *P. variable* 20173 was registered. Inoculation of soybean seeds with spores of *Penicillium* endophytic fungi contributed to an increase of the growth parameters of plants, namely: height – by 4.6–6.2 cm in all variants of the experiment, above-ground mass of dried plants – by 11.1–19.0% when treated with *P. steckii* 2204, *P. glauco-lanosum* 20401, *P. variable* 20173, mass of dry roots – by 13.2 and 18.4% with *P. funiculosum* 20312 and *P. variable* 20173.

Гриби-ендофіти роду *Penicillium* є перспективними для використання у сільському господарстві. З відмитих і поверхнево стерилізованих коренів рослин сої нами виділено ізоляти грибів та ідентифіковано їх як *P. funiculosum* Thom, *P. variable* Sopp, *P. glauco-lanosum* Chalabuda, *P. steckii* Zaleski. Вплив штамів пеніцилів на симбіотичну систему «*Glycine max – Bradyrhizobium japonicum*» вивчали за умов вегетаційного досліді під час фази цвітіння рослин. Бульбочкові бактерії сої містилися у достатній кількості у дерново-підзолистому ґрунті, який було використано для проведення досліді. Тому насіння сої інокулювали

лише спорами досліджуваних грибів. Показано тенденцію до збільшення кількості бульбочок на коренях інокульованих рослин. У варіантах з обробкою насіння спорами *P. funiculosum* 20312 та *P. variable* 20173 зафіксовано найвищі показники – 20 і 18 од. на одну рослину відповідно проти 15 од. у контрольному варіанті. Маса бульбочок у зазначених варіантах достовірно збільшувалася на 36,4 та 28,4 %, порівняно з контролем. Нітрогеназна активність (НА) бульбочок достовірно підвищувалася за використання *P. stekii* 2204 на 29,8 %, *P. glaucolanosum* 20401 – 37,9 %, *P. variable* 20173 – 38,5 %. У варіанті з обробкою насіння сої *P. funiculosum* 20312 відмітили тенденцію до підвищення НА бульбочок. Фітогормони здійснюють прямий або опосередкований вплив на нодуляцію і симбіотичну азотфіксацію бобових рослин (Коць, Грищук, 2015). Дія екзогенних регуляторів росту на симбіотичну систему може бути дуже відчутною. Екзогенне застосування цитокінінів підвищує НА у бульбочках на всіх етапах їхнього розвитку (Fatima et al., 2008). Результати вивчення властивостей нових штамів пеніцилів-ендофітів сої показали їхню здатність до продукування рістстимулювальних речовин (Копилов зі співавт., 2022). Якісний та кількісний склад фітогормонів, утворюваних досліджуваними штамми, потребує детального вивчення, але зафіксоване нами підвищення симбіотичних показників сої ймовірно обумовлене саме їхньою дією. Про вплив рістстимулювальних речовин свідчить також підвищення ростових показників інокульованих рослин сої. Всі досліджувані штами пеніцилів сприяли достовірному підвищенню висоти інокульованих рослин. Різниця між контрольними та інокульованими рослинами була помітна вже починаючи з 14-ої доби і зберігалася надалі. На момент завершення вегетаційного дослідження висота рослин становила 49,8–51,4 см проти 45,2 см у контрольному варіанті. Надземна маса висушених рослин за передпосівної обробки *P. stekii* 2204, *P. glaucolanosum* 20401, *P. variable* 20173 достовірно підвищувалася на 11,1–19,0 %. Достовірне збільшення маси сухої речовини коренів було зафіксовано у варіантах з обробкою насіння сої *P. funiculosum* 20312 та *P. variable* 20173 і становило відповідно 13,2 та 18,4 %. Отже, ендоефітні гриби роду *Penicillium*, виділені з коренів сої, позитивно впливають на функціонування симбіотичної системи «*Glycine max* – *Bradyrhizobium japonicum*» та ростові показники рослин сої.

Шимончук Т., Мороз О., Яворська Г., Гнатуш С.

ВПЛИВ СПОЛУК ФЛУОРУ, БРОМУ ТА ХЛОРУ НА
ОКИСНЕННЯ СУЛЬФІД-ЙОНІВ ЗЕЛЕНИМИ ТА ПУРПУРОВИМИ
СІРКОБАКТЕРІЯМИ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: tanya.shimonchuk@ukr.net

Shymonchuk T., Moroz O., Yavorska H., Hnatush S. THE INFLUENCE OF FLUORINE, BROMINE AND CHLORINE COMPOUNDS ON

THE OXIDATION OF SULFIDE IONS BY GREEN AND PURPLE SULFUR BACTERIA. Sodium fluoride, potassium bromide and sodium chloride in the Van Niel medium at concentrations 2.0–4.0 times different from the maximum permissible concentration affect the biomass accumulation, inhibit the sulfide ions oxidation and the sulfate ions production by bacteria *Chlorobium limicola* IMB K-8, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 and *Thiocapsa* sp. Ya-2003.

Гідроген сульфід є токсичним та канцерогенним для живих організмів, спричиняє захворювання дихальної, серцево-судинної систем та призводить до отруєння (Галушка та ін., 2007). Фототрофні сіркові бактерії – це велика група грамнегативних мікроорганізмів, які можна виділити як з солоних, так і прісних водойм, багатих на H_2S (Tarabas et al., 2017). Ці бактерії очищують водойми від токсичних сульфідів та нітритів, використовуючи їх як донори електронів аноксигенного фотосинтезу (Dahl, 2017; Moroz et al., 2021). Однак, вплив галогенідів, що потрапляють у довкілля внаслідок антропогенної діяльності, на властивості фототрофних бактерій є недостатньо дослідженим (Мороз та ін., 2023). Метою цієї роботи було дослідити вплив NaF, KBr та NaCl на ріст, окиснення HS^- , нагромадження SO_4^{2-} зеленими та пурпуровими сіркобактеріями, виділеними з озера Яворівське, а також вивчити нагромадження внутрішньоклітинних вуглеводів зеленими сіркобактеріями.

Бактерії *Chlorobium limicola* IMB K-8, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 та *Thiocapsa* sp. Ya-2003 культивували впродовж 10 діб у середовищі Ван Ніля з $Na_2S \times 9H_2O$ (4,167 мМ) та неорганічними забруднювачами: NaF, KBr або NaCl, за безкисневих умов, температури 28 °C і освітлення, інтенсивністю 150–200 лк для пурпурових сіркобактерій та 40 лк для зелених (Гудзь та ін., 2014). Густина засіву становила 0,2 г/л. Забрудники додавали до середовища за гранично допустимих концентрацій (ГДК) йонів флуориду, броміду та хлориду, що становлять 0,0789, 0,0025 та 9,859 мМ, відповідно, та за концентрацій, які відрізняються від ГДК у 0,5; 2,0; 3,0; 4,0 рази. Як контроль використовували середовище без забруднювачів. Біомасу бактерій визначали турбідиметричним методом, концентрації HS^- та SO_4^{2-} у культуральній рідині – спектрофотометричним методом (Гудзь та ін., 2014). Вміст глюкози та глікогену визначали у безклітинних екстрактах *C. limicola* IMB K-8 ферментативним методом за допомогою аналітичного набору “Діаглюк-2” (Гончар, 1998).

Досліджено, що зі збільшенням концентрації забрудників у середовищі біомаса, ефективність окиснення бактеріями HS^- та нагромадження SO_4^{2-} знижувались. Найбільш негативний вплив на накопичення бактеріями біомаси мали забрудники, концентрація яких перевищувала ГДК у 4,0 рази. Найбільше інгібування росту усіх бактерій спостерігали у середовищі з NaCl. Так, біомаса *C. limicola* знизилась у 2,37

рази, *Lamprocystis* sp. – у 2,63 рази, а *Thiocapsa* sp. – у 2,58 рази, порівняно з контролем. Найбільше пригнічення окиснення бактеріями HS^- відбувалось за впливу КВг. Ефективність окиснення HS^- знижувалась на 56,85%, 43,96% та 46,34%, відповідно, порівняно з контролем. Схожий вплив галогенідів спостерігали і на нагромадження бактеріями SO_4^{2-} . Усі три забрудники стимулюють нагромадження внутрішньоклітинних вуглеводів *C. limicola* ІМВ К-8. Найкраще зміни вмісту глюкози та глікогену в клітинах бактерій простежуються за впливу NaCl. Так, за концентрації йонів хлориду у середовищі, більшої від ГДК у 4,0 рази, концентрація глікогену в клітинах зросла у 2,21 рази, а глюкози – у 2,26 рази, порівняно з контролем. Отже, галогеніди за концентрацій у середовищі, відмінних від ГДК у 2,0–4,0 рази, інгібують нагромадження бактеріями біомаси, окиснення HS^- і утворення SO_4^{2-} , але стимулюють синтез внутрішньоклітинних вуглеводів *C. limicola* ІМВ К-8.

Andriushchenko O., Strashnova I.

BIOCOMPATIBILITY OF SEA AND SOIL
MICROORGANISMS ACTIVE AGAINST FUSARIUM FUNGI

Odesa National University I. I. Mechnikova
Dvoryanska str., 2, Odesa, 65082, Ukraine
e-mail: andriushchenko2016@gmail.com

Currently, the problem of the development and commercial introduction of targeted biological preparations, which make it possible to control the development and spread of plant-pathogenic microorganisms, in particular fungi of the genus *Fusarium*, the evolution of the harmfulness of which has been repeatedly highlighted in a number of scientific studies, remains relevant (Askun, 2018; Ekwomadu et al., 2023).

This is promising to develop biological methods for the control of fusarium, in particular, using different groups of microorganisms that are isolated from different biotopes - soil, sea, plant surface, etc. The combination of microorganisms with different physiological and biochemical properties and the ability to form a wide range of biologically active compounds in one preparation will make it possible to control the adaptive mechanisms inherent in *Fusarium* and to control their spread both in the soil and on the surface of plants.

The aim of this study was to investigate the biocompatibility of sea and soil microorganism strains that are active antagonists of fungi of the genus *Fusarium*.

As a result of previously conducted research, strains of microorganisms that showed high antagonistic activity against fungi of the genus *Fusarium*, isolated from affected barley and wheat plants in the phase of milk ripeness, were selected (Andriushchenko et al., 2023; Strashnova et al., 2023). Among the selected: 3 strains of actinobacteria of the genus *Streptomyces* isolated from biofouling of concrete and mussel shells collected in the Odesa Bay of the Black Sea, 4 strains of bacteria of the genus *Bacillus*, 2 of which were isolated from

bottom sediments of the Black Sea, and 2 – from soil and 4 strains micromycetes of the *Trichoderma* genus isolated from wheat and barley samples.

The biocompatibility of the selected strains was determined by the agar block method, pre-cultivating at 28 °C strains of actinobacteria on Gauze 2-agar medium for 12 days, bacilli - on MPA for 2 days, trichoderm - on Sabouraud-agar medium with glucose for 4 days. All variants of the experiment were carried out in triplicate. The results were taken into account after 10 days of incubation at 28 °C, measuring the radius of zones of no growth of the studied cultures.

As a result of the research, 5 strains (*Streptomyces* spp. Myt7ch and Myt7b, *Bacillus* sp. 200, *Trichoderma viride* LBX-174 and *Trichoderma harzianum* LBX-181) were selected, which almost didn't inhibit each other's growth. Strains of *Streptomyces* spp. Myt7ch and Myt7b are mutually neutral, under the action of their metabolites of the absence zone of growth of *Bacillus* sp. 200 were determined within 2.3 ± 0.02 mm, strains of the genus *Trichoderma* - from 2.2 ± 0.02 mm (under the influence of *Streptomyces* sp. Myt7ch) to 2.5 ± 0.02 mm (under the influence of *Streptomyces* sp. Myt7b). The strain *Bacillus* sp. 200 didn't suppress the growth of trichoderms, and the zones of no growth of streptomycetes under its influence didn't exceed 3.0 ± 0.01 mm. The sizes of the zones of no growth of *Streptomyces* spp. Myt7ch and Myt7b under the influence of *T. viride* LBX-174 were determined within 2.2 ± 0.02 mm, under the influence of *T. harzianum* LBX-182 – 4.0 ± 0.02 mm. The strain *Bacillus* sp. 200 was even more resistant to trichoderm metabolites and the zones of absence of its growth didn't exceed 2.0 ± 0.01 mm. The analysis of the obtained results showed the possibility of creating 4 variants for combining the selected strains in one combination:

- 1) *Streptomyces* sp. Myt7b + *T. viride* LBX-174 + *Bacillus* sp. 200;
- 2) *Streptomyces* sp. Myt7ch + *T. harzianum* LBX-181 + *Bacillus* sp. 200;
- 3) *Streptomyces* sp. Myt7b + *T. harzianum* LBX-181 + *Bacillus* sp. 200;
- 4) *Streptomyces* sp. Myt7ch + *T. viride* LBX-174 + *Bacillus* sp. 200.

Thus, to conduct further research necessary for the creation of a polystrain preparation against fusarium, 4 variants of combinations based on strains of *Streptomyces* spp. Myt7ch and Myt7b, *Bacillus* sp. 200, *T. viride* LBX-174 and *T. harzianum* LBX-181 were created.

Berezovska M.¹, Andrianova T.^{1,2}

STUDY OF *ASPERGILLUS NIGER* RESISTANCE TO ISOPRENOIDS

¹National Aviation University

Lubomyra Husara, 1, Kyiv, 03058, Ukraine

²M.G. Kholodny Institute of Botany NAS of Ukraine

Tereshchenkivska, 2, Kyiv, 01004, Ukraine

e-mail: andrianova.tetiana@gmail.com

Isoprenoids constitute one of the largest groups of natural compounds with important physiological role as secondary metabolites and composed of

several C_5 isoprene units. Isoprene (2-methyl-1,3-butadiene) is a branched-chain unsaturated hydrocarbon that can have one or more functional hydroxyl and carbonyl chemical groups attached to it. Combinations of isoprene units without heteroatoms (C_5H_8)_n form terpenes by followed head-to-tail model. Terpenes (pinene, myrcene, limonene, terpinene, p-cymene) are characterized as compounds with the simple hydrocarbon structures, while terpenoids (oxygen-containing hydrocarbons, represented by menthol, artemisin, carvone, citral, thymole) are defined as modified terpenes which have different functional and oxidized methyl groups at various positions (Ludwiczuk et al., 2017; Masyita et al., 2022). Present in plants terpenoids and terpenes, as components of essential oils, have antimicrobial effects on different pathogens like bacteria and fungi of the genus *Candida*, demonstrate general notable antifungal action and can provide pest repellent properties (Eslahi et al., 2018).

The aim of the study was to analyze supposed inhibitory effect of common essential oils on the fungi, especially *Aspergillus niger*, in the cosmetic cream. Preliminary observations enabled to hypothesize the other impact, when the fungus *A. niger* was capable to biodegrade a cyclic monoterpene D-limonene ($C_{10}H_{16}$) which is the main component of citrus peel oil, well presented in pine essential oil and is identified in extracts of numerous plants. Such resistance may increase the threat of contamination by *A. niger* various cosmetic products with these essential oils in the composition. Fungi were cultivated in Petri dishes on the *Czapek-Dox agar* with mixture of *Pinus sylvestris* and *Citrus limon* essential oils in concentration 5%, or with separate components of *P. sylvestris* and *C. limon* essential oils in concentration 3%. Control plates with agar medium had not essential oils. All test variants of cultural media were inoculated with standardized strain UNCSM-064 of *A. niger* and incubated at a temperature 25°C for 5, 10 and 15 days.

Separate application of *P. sylvestris* and *C. limon* essential oils in cultural media stimulated mycelium growth of *A. niger* strain. Observed fungal colonies were up to 7.8 mm, 30 mm, 50 mm diam. on day 5, 10, 15 of cultivation, accordingly, on the medium with *C. limon* essential oil. It was slightly other growth dynamics on the medium with *P. sylvestris*, when fungal colonies were up to 14 mm, 27 mm, 41 mm diam. on day 5, 10, 15 of cultivation, accordingly. The rapid growth of *A. niger* was also observed on the *Czapek-Dox agar* with 5% composition of essential oils. Mixture of citrus peel and pine essential oils did not show distinct inhibitory or antifungal effects of terpenoids.

Fungi are involved in hydrocarbon metabolism by three different enzymatic, evolutionary developed, modes: partial hydrocarbons conversion, complete degradation in the presence of other specific substrate, direct independent hydrocarbons transformation for receiving energy and soil source of carbon for the growth. Cytochrome P450 enzyme system of endoplasmic

reticulum responsible for complex hydrocarbons transformation in the cells of *A. niger*. Presented study supports previous assumption that P450 enzyme system is capable to cleave some terpenoids and is involved in the conversion of D-limonene to a terpineol (Duetz et al., 2003). High level of organic carbon in *A. niger* quite possible originate from D-limonene conversion, thus the terpenoid does not inhibit the fungus growth but supports it. The ability of fungi to metabolize aromatic hydrocarbons may be attributed to one or more evolutionary events that helped to acquire or activate specific enzymes. Further examination of fungal species associated with aromatic degradation of isoprenoids may reveal specific patterns.

**Hubaryk V., Bunyak V., Zinchuk D., Komplikevych S.,
Maslovska O., Hnatush S.**

**GROWTH OF BACTERIA ISOLATED FROM THE ENDOSPHERE OF
COLOBANTHUS QUITENSIS UNDER THE INFLUENCE OF SODIUM
CHLORIDE AND HEAVY METAL COMPOUNDS**

*Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskogo str., Lviv, 79005, Ukraine
valentyn.hubaryk@lnu.edu.ua*

Colobanthus quitensis is one of the only two species of the *Magnoliophyta* that inhabit the Antarctic continent. The mechanisms of adaptation of Antarctic plants to the influence of Antarctic environmental factors have not been elucidated. There is an assumption that the survival of Antarctic plants is facilitated by microbiome of the rhizosphere, rhizoplane and endosphere. Crop growing cycles in the temperate climate zone of the Northern Hemisphere usually begin in early spring or even late winter. This period is characterized by low temperatures and periodic frosts, which negatively affect the growth of mesophilic soil bacteria or biofertilizers, as the activity is low under these conditions, psychrophilic Antarctic microorganisms are an alternative to mesophilic strains in the temperate climate zone.

The work aimed to investigate the growth of bacteria isolated from the endosphere and phyllosphere of *C. quitensis* under the influence of sodium chloride, ferric (II) sulfate, and manganese (II) chloride.

In the work, 29 isolates from the root endosphere and 7 isolates from the phyllosphere of *C. quitensis* were studied. To study the growth of bacterial isolates under the influence of NaCl and heavy metal salts diluted 10 times tryptone-soy agar (TSA, Merck, Millipore) was used as these isolates are oligotrophic. NaCl was added to the medium at concentrations of 2.0; 2.5; 5.0; 7.5; 10.0; and 20.0 %. $MnCl_2 \times 4H_2O$ was added at concentrations 1.0; 5.0; 7.5; 10.0; 15.0; 20.0 mM. $FeSO_4 \times 7H_2O$ was added at concentrations 0.5; 2.0; 7.5; 10.0; 15.0; 20.0 mM. Diluted 10 times TSA without NaCl and heavy metal compounds was used as a control. Bacteria were grown at a temperature of 18 ± 2 °C for 7–10 days.

31 edospheric isolates of *C. quitensis* are moderate halophiles: 17 isolates grew in a medium containing 5.0 % NaCl, isolates DR308, DR315, DL359 formed colonies on a medium with 10.0 % NaCl, isolate DL311 grew under the influence of 15.0 % NaCl. Five isolates (DL303, DR321, DR377, DR382, DR383) did not grow in the medium with investigated concentrations of NaCl.

18 endospheric isolates of *C. quitensis* did not grow under the influence of $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ in concentration above 2.0 mM. Another nine isolates (DR323, DR367, DR372, DR364, DL311, DK312, DL303, DR315, DR377) did not grow above 5.0 mM. Isolates DR366, DR320, DR317 grow under the influence of $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ at a concentration of 15.0 mM. Isolates DL379, DR362, DR324, DR361, DR378, DR371 grow at concentration of 20.0 mM $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ in the medium.

32 isolates grow on the medium with $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ at concentration of 2.0 mM. Isolate DR321 grow under the influence of 7.5 mM of $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$, forming a brown pigment. Isolate DR320 grow under the influence of $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ at a concentration of 10.0 mM, and DL379 and DL359 – at 20.0 mM.

Thus, in this study, the growth of microorganisms in the endosphere of *C. quitensis* was investigated in stressful conditions. Among the tested isolates, three isolates were resistant to 10.0 % NaCl, one isolate was resistant to 15.0 % NaCl. Six isolates of the endosphere of *C. quitensis* grew under the influence of 20.0 mM $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$, two isolates grew under the influence of 20.0 mM $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$.

The work was carried out within the framework of the State Targeted Scientific and Technical Programme of Research in the Antarctic for 2011-2023.

**Tkaczhenko H.¹, Pękala-Safińska A.², Buyun L.³,
Honcharenko V.⁴, Prokopiv A.^{4,5}, Kurhaluk N.¹**

EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY
OF EXTRACTS OBTAINED FROM THE LEAVES OF DIFFERENT
SPECIES OF *FICUS* (MORACEAE) AGAINST THE FISH PATHOGEN
SERRATIA LIQUEFACIENS

¹*Institute of Biology, Pomeranian University in Slupsk,
22a Arciszewskiego Str., 76-200 Slupsk, Poland;*

²*Department of Preclinical Sciences and Infectious Diseases, Faculty of Veterinary
Medicine and Animal Sciences, University of Life Sciences in Poznań, Poland;*

³*M.M. Gryshko National Botanic Garden,
National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine;*

⁴*Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine;*

⁵*Botanic Garden of Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine
e-mail: halina.tkaczhenko@upsl.edu.pl, agnieszka.pekala-safinska@up.poznan.pl*

The emergence of antibiotic resistance among bacterial pathogens is a major challenge for public health and agriculture (Munita and Arias, 2016;

Larsson and Flach, 2022). In aquaculture, the emergence of antibiotic-resistant fish pathogens necessitates the search for alternative antimicrobial agents to sustainably maintain fish health and productivity (Gupta and Kumar, 2022; Fu et al., 2022). Natural products derived from plants have attracted attention as potential sources of novel antibacterial compounds due to their diverse chemical composition and historical use in traditional medicine (Veeresham, 2012; Vaou et al., 2021). The identification of plant-derived compounds with antibacterial activity against fish pathogens holds great promise for the development of novel therapeutics and prophylactic measures, ultimately improving the health and welfare of farmed fish and promoting the sustainability of aquaculture practices (Bandeira Junior et al., 2018; Setiaji et al., 2020; Guebebia et al., 2023).

Among the plant species of interest, the genus *Ficus* (Moraceae) comprises a diverse group of trees and shrubs known for their pharmacological properties (Salehi et al., 2021; Ashraf et al., 2021). Several *Ficus* species have been reported to have antimicrobial activity against a wide range of pathogens, including bacteria (Salem et al., 2013; Pękala-Safińska et al., 2021). In particular, the leaves of *Ficus* species contain bioactive compounds with potential antibacterial activity, making them promising candidates for further investigation (Kuetee et al., 2008; Salem et al., 2013). The identification of plant-based alternatives to conventional antibiotics holds great promise for sustainable disease management in aquaculture. *Ficus* leaf extracts offer a natural, environmentally friendly approach to controlling bacterial infections in farmed fish while minimising the risks associated with antibiotic resistance.

Serratia liquefaciens, a Gram-negative bacterium, is recognised as an important fish pathogen responsible for causing infections in various aquatic species (Mahlen, 2011; Remuzgo-Martínez et al., 2015; Yazgan et al., 2019). The increasing prevalence of *S. liquefaciens* in aquaculture highlights the need for effective control measures to reduce its impact on fish health and production. In this study, we aim to evaluate the antibacterial activity of leaf extracts from different *Ficus* species against the fish pathogen *S. liquefaciens*. By using microbiological assays, we aim to evaluate the potential of *Ficus* leaf extracts as alternative antimicrobial agents for the management of bacterial infections in aquaculture.

The leaves of *F. aspera* G. Forst., *F. barteri* Sprague, *F. benghalensis* L., *F. benjamina* L., *F. binnendijkii* (Miq.) Miq., *F. carica* L., *F. craterostoma* Warb. ex Mildbr. & Burret, *F. cyathistipula* Warb., *F. deltoidea* Jack, *F. drupacea* Thunb., *F. elastica* Roxb. ex Hornem., *F. erecta* Thunb., *F. formosana* Maxim., *F. hederacea* Roxb., *F. hispida* L.f., *F. johannis* subsp. *afghanistanica* (Warb.) Browicz, *F. lingua* Warb. ex De Wild. & T. Durand, *F. luschnathiana* Miq., *F. lyrata* Warb., *F. lyrata* 'Bambino', *F. macrophylla* Pers., *F. malayana* C.C. Berg & Chantaras., *F. microcarpa* L.f., *F. mucoso* Welw. ex Ficalho, *F. natalensis*

Hochst., *F. natalensis* Hochst. subsp. *leprieurii* (Miq.) C.C. Berg, *F. petiolaris* Kunth, *F. platypoda* A. Cunn. ex Miq., *F. pumila* L., *F. religiosa* L., *F. retusa* L., *F. rubiginosa* Desf. ex Vent., *F. sagittata* Vahl, *F. sarmentosa* var. *henryi* (King ex D.Oliv.) Corner, *F. septica* Burm. f., *F. sur* Forssk., *F. sycomorus* L., *F. tinctoria* G.Forst., *F. vasta* Forssk., *F. villosa* Blume, *F. virens* Aiton plants were collected in M.M. Gryshko National Botanic Garden (NBG, Kyiv, Ukraine) and Botanic Garden of Ivan Franko Lviv National University (Lviv, Ukraine).

The sampled leaves of different *Ficus* species were placed in properly labelled paper bags and transported to the laboratory. The fresh leaves were then washed, weighed, crushed and homogenised in 96% ethanol (at a ratio of 1:9, w/w) at room temperature and centrifuged at 3,000 g for 5 min. The supernatants were stored at -20°C in bottles protected with laminated paper until required for antimicrobial studies.

Bacteria were isolated both from apparently healthy rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) and from individuals showing clinical signs of the diseases, according to the procedure developed at the Department of Fish Diseases of the National Veterinary Research Institute in Poland (Pękala et al., 2015). *S. liquefaciens* isolates were used in our studies. The collected bacteria were characterised morphologically, physiologically and biochemically using conventional methods (Austin and Austin, 2016). All isolates were preliminarily identified using the API system (bioMérieux, France) according to the manufacturer's instructions, except for the incubation temperature, which was $27 \pm 2^\circ\text{C}$. The results were interpreted using the “apiweb” system (bioMérieux). To confirm the correctness of the biochemical identification, sequencing was performed according to the previously described procedures (Pękala et al., 2015).

The susceptibility of bacteria to selected plant extracts was determined by the disc diffusion method (Bauer et al., 1966), a standard procedure for the susceptibility testing of bacterial isolates, adapted according to the recommendations of the Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI 2006, 2014), with some of our modifications. Each inoculum of specific bacterial species was cultured on Mueller-Hinton agar at a density of 0.5 McFarland. After inoculation of bacteria, a maximum of 5 wells per Petri dish, each 6 mm in diameter, were cut into the medium and plant extracts were added. The dishes were incubated for 24 h at $28 \pm 2^\circ\text{C}$ and the inhibition zones were measured for each well. Eight replicates were tested for each extract. The dishes were observed and photographed. The diameters of the zones were determined and averaged. Ethanol (96% strength, POCH, Poland), as used for the preparation of the extracts, was also used as a negative control for the microbiological study.

Statistical analysis of the data obtained was performed using the mean \pm standard error of the mean (S.E.M.). All variables were randomised according to the phytochemical activity of the extracts tested. To assign susceptibility or

resistance of bacteria to the tested extracts, the inhibition zone diameters (IZD) of the susceptibility test results were categorised as sensitive (susceptible), intermediate or resistant according to the following criteria: Susceptible (S) ≥ 15 mm, Intermediate (I) = 10-15 mm, and Resistant (R) ≤ 10 mm (Okoth et al., 2013).

From the results of the disc diffusion screening, extracts from the leaves of different *Ficus* species clearly possess antibacterial properties against four bacterial strains tested. The 6 most effective plants, producing at least a zone of inhibition greater than 15 mm against *S. liquefaciens*, were *F. lingua* (20.75 ± 1.41 mm), *F. erecta* (17.75 ± 0.94 mm), *F. rubiginosa* (17.25 ± 0.67 mm), *F. tinctoria* (15.25 ± 0.86 mm), *F. sur* (15.19 ± 0.65 mm) and *F. aspera* (15.13 ± 1.33 mm). The data also indicated that the 12 extracts had an intermediate level of activity against the *S. liquefaciens* strain tested. The remaining 22 plants (out of 40 plants) showed the lowest antibacterial activity against *S. liquefaciens* strain. Ethanol, used as a negative control, showed a minimum inhibition zone (8.86 ± 0.40 mm). In our study, forty plant extracts from mature leaves of different *Ficus* species extracted in ethanol were used to test the growth of *S. liquefaciens*. Six different extracts from leaves of *F. lingua*, *F. erecta*, *F. rubiginosa*, *F. tinctoria*, *F. sur* and *F. aspera* showed a high degree of growth inhibition against *S. liquefaciens* with IZD greater than 15 mm. The highest value of IZD was recorded for *F. lingua* extract (20.75 ± 1.41) mm. The highest antibacterial activity among the tested *Ficus* species in a group with IZD from 10 to 15 mm (intermediate susceptibility) was shown by plant extracts of *F. hederacea* (14.63 ± 0.80 mm), *F. barteri* (14.38 ± 0.63 mm) and *F. virens* (14.25 ± 0.77 mm). The *S. liquefaciens* strain was resistant to twenty-two tested species of the genus *Ficus*.

The evaluation of leaf extracts from different *Ficus* (Moraceae) species against the fish pathogen *S. liquefaciens* provides valuable insights into their potential as alternative antibacterial agents in aquaculture. Our results show varying degrees of antibacterial activity of *Ficus* leaf extracts against *S. liquefaciens*. These results highlight the potential of *Ficus* species as a source of novel antimicrobial compounds relevant to aquaculture. The diverse chemical composition of *Ficus* leaves is likely to contribute to their antibacterial properties. Bioassay-guided fractionation and identification of active constituents may reveal novel compounds with potent antibacterial activity against fish pathogens.

Further research is warranted to elucidate the mechanisms of action underlying the antibacterial activity of *Ficus* leaf extracts. In-depth studies on the safety, efficacy and mode of action of the active compounds will be essential for their development into practical antimicrobial agents for use in aquaculture. The incorporation of *Ficus* leaf extracts into aquaculture practices may require further optimisation and standardisation of extraction methods, as well as assessment of their compatibility with existing management strategies and environmental considerations.

The study was part of the statutory activity of the National Veterinary Research Institute in Pulawy and Institute of Biology, Pomeranian University in Shupsk (Poland).

Zhadan M., Kaplun A.

PHYTOTOXICITY OF MICROMYCETES ISOLATED FROM THE RHIZOSPHERE OF ISOGENIC WHEAT LINES

*V.N. Karazin National University of Kharkiv, Ukraine
St. Maidan Svobody, 4, Kharkiv, 61000, Ukraine
e-mail: zhadan2021b125@student.karazin.ua*

Studying the diversity of the mycobiome and the relationship between microorganisms and agricultural plants is an important aspect of modern agriculture. The study of the mechanisms of interaction between plants and micromycetes will allow to assess the potential negative impact of pathogenic micromycetes on yields, to develop new methods of controlling plant diseases and to select wheat varieties with higher resistance to phytopathogens, which will contribute to improving wheat cultivation practices and ensuring food security (Beznosko, 2022; Beznosko, 2021; Pohorila, 2019). In the research a comprehensive study of the phytotoxicity of micromycetes occurring in the rhizosphere of wheat was conducted. We studied the phytotoxicity of micromycete isolates that were most often found in the rhizosphere of soft winter wheat lines isogenic for *Vrn* genes. Micromycetes were isolated from the rhizosphere of *Triticum aestivum* L. plants with one of the dominant alleles in the genotype: *Vrn-A1a*, *Vrn-B1a*, *Vrn-D1a* (Afshari-Behbahanzadeh, 2024).

To evaluate the general phytotoxicity of micromycete isolates that were most often found in the rhizosphere of wheat, a widely used biotest method with watercress seeds was used. We also studied the influence of culture fluid of micromycetes isolates on germination energy and morphometric indicators of seedlings *T. aestivum*, and the ability of micromycetes to affect not only the root system of plants was evaluated by the method of bioassays on wheat leaves. Micromycete isolates that were most often found in the rhizosphere of wheat of different isogenic lines were used to study phytotoxic properties. Analysis of the obtained results showed that the greatest phytotoxic effect in relation to the test plants *Lepidium sativum* showed isolates of different species of the genus *Fusarium* and isolates *Aspergillus foetidus*.

It is a well-known fact that rhizospheric microorganisms depend on the amount and composition of plant root secretions, which, in turn, is genetically determined (Afshari-Behbahanzadeh, 2024). In this regard, the phytotoxic activity of *F. heterosporum* isolates isolated from the rhizosphere of wheat of all three isogenic lines was investigated. It turned out that among different isolates of *F. heterosporum*, the isolate isolated from the rhizosphere of wheat line *Vrn-D1a* showed the highest level of phytotoxic properties: its exometabolites reduced

the energy of seed germination and negatively affected the morphometric indicators of wheat seedlings. A bioassay on cuttings of wheat leaves of different isogenic lines showed that the most significant damage to leaf plates occurred under the influence of exometabolites of *F. heterosporum* isolates isolated from the rhizosphere of wheat of the same line. According to the results of determination of the general resistance of leaf plates of wheat plants to the action of *F. heterosporum* exometabolites, the isolate isolated from the rhizosphere of the *Vrn-B1a* line showed the least phytotoxic effect. The established effect of increased phytotoxicity of *F. heterosporum* isolates in relation to wheat plants of the same line may be associated with long-term monocultural cultivation in the conditions of the experimental site.

МОЛЕКУЛЯРНА ТА КЛІТИННА БІОЛОГІЯ
MOLECULAR AND CELL BIOLOGY

Васьків О.¹, Стасик О.В.², Стасик О.Г.^{1,2}

ВПЛИВ ІОНІВ КУПРУМУ НА ВЛАСТИВОСТІ РЕКОМБІНАНТНОГО ШТАМУ ДРІЖДЖІВ *OGATEAE POLYMORPHA* З КОНСТИТУТИВНОЮ ЕКСПРЕСІЄЮ АЛЬФА-СИНУКЛЕЇНУ

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського 4, Львів 79005, Україна

² Інститут біології клітини, НАН України

вул. Драгоманова 14–16, Львів 79005, Україна

e-mail: vaskiv,olga0@gmail.com

Vaskiv O., Stasyk O.V., Stasyk O.G. EFFECT OF COPPER IONS ON THE PROPERTIES OF *OGATEAE POLYMORPHA* RECOMBINANT YEAST STRAIN WITH CONSTITUTIVE ALPHA-SYNUCLEIN EXPRESSION. The purpose of our work was to evaluate the effect of Cu²⁺ ions on the state and viability of cells of the recombinant yeast strain *Ogataea polymorpha*. It has been shown that high concentrations of copper can cause cytotoxic effects on cells, contribute to the accumulation of reactive oxygen species and increase the activity of catalase, but do not cause aggregation of alpha-synuclein in the cells of the model strain NCYC495/SNCA-GFP.

Альфа-синуклеїн - це невеликий білок, який активно експресується в пресинаптичних терміналях центральної нервової системи (Han, D., Zheng, W., Wang, X., & Chen, Z. 2020) та генетично і нейропатологічно пов'язаний з хворобою Паркінсона (ХП) (Stefanis L. 2012). За патологічних умов білок агрегує в олігомери та фібрили, утворюючи токсичні амілоїдогенні конформації, багаті на β-складчасті структури. Більш ранні дослідження *in vitro* виявили, що наявність йонів різних металів, серед яких купрум, у мілімолярних концентраціях, сприяє утворенню частково згорнутих амілоїдогенних конформацій, які більш схильні до агрегації. (Bisaglia, M., & Bubacco, L., 2020). Купрум (Cu) - життєво важливий мінерал, необхідний для багатьох біологічних процесів. Надлишок або токсичність купруму, які пов'язані з патогенезом печінкових розладів, нейродегенеративних змін та інших захворювань, можуть виникати при порушенні гомеостазу купруму та окислювальному пошкодженні клітин, індукованому купрум. (Gaetke, L. M., Chow-Johnson, H. S., & Chow, C. K., 2014).

Метою роботи було дослідити вплив йонів Купруму на фізіологічні властивості і життєздатність клітин рекомбінантного штаму дріжджів *Ogataea polymorpha* з конститутивною експресією альфа-синуклеїну. Для аналізу впливу йонів Купруму на штами дріжджів у ростове мінеральне середовище з 2 % сахарози вносили сіль CuCl₂ у концентрації 100, 250, 350, 500 та 750 мкМ. Аналіз життєздатності клітин за впливу різних

концентрації CaCl_2 здійснювали за даними швидкості росту модельного штаму та підрахунком мертвих клітин, використовуючи флуоресцентний барвник бромистий етидид (EtBr) Накопичення активних форм Оксигену в клітинах *O. polymorpha* залежно від концентрації іонів Купруму детектували в клітинах за допомогою DCFH-DA. Визначення активності каталази як фермента, субстратом для якого є гідрогену пероксид, використовували для моніторингу стану ензиматичної ланки системи антиоксидантного захисту. Методом флуоресцентної мікроскопії досліджували утворення агрегатів альфа-синуклеїну, кон'югованого зі зеленим флуоресцентним білком, в клітинах модельного штаму дріжджів *O. polymorpha*.

У ході дослідження було встановлено, що збільшення концентрації йонів Cu^{2+} у середовищі культивування чинило помітний токсичний ефект на клітини модельного штаму NCYC495/*SNCA-GFP* особливо у концентраціях 500 та 750 мкМ. За допомогою DCFH-DA було виявлено, що висока концентрація Cu^{2+} в культуральному середовищі сприяла накопиченню АФО в клітинах дріжджів та підвищенню активності каталази. Дослідження, проведене у віртуальному середовищі (*in silico*), підтвердило можливість взаємодії людського білка альфа-синуклеїну з йонами Cu^{2+} . Проте було з'ясовано, що йони Купруму не впливають на здатність альфа-синуклеїну до агрегації, що було підтверджено за допомогою флуоресцентної мікроскопії.

Гусак-Шкловська З., Чеботар С.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМ
ATHERINA BOYERI ТА *PUNGITIUS PLATYGASTER*,
ВИЗНАЧЕНИЙ ЗА ДОПОМОГОЮ IPBS-МАРКЕРІВ

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65082, Україна
e-mail: zlatashklovskaya@gmail.com; s.v.chebotar@onu.edu.ua

Husak-Shklovskaya Z., Chebotar S. THE MOLECULAR GENETIC POLYMORPHISM OF *ATHERINA BOYERI* AND *PUNGITIUS PLATYGASTER*, DETECTED USING IPBS MARKERS. Polymorphism of *Atherina boyeri* and *Pungitius platygaster* was studied using iPBS markers. According to the number and ratio of polymorphic and non-polymorphic bands, indicators of marker polymorphism were determined for each of the two fish species. Polymorphism is detected to a certain extent in both species, but only in sand smelt it acquires high values, so it is advisable to use iPBS primers for this species. It is not advisable to study the polymorphism of the stickleback in this way. Key words: *Atherina boyeri*, *Pungitius platygaster*, iPBS-primers, retrotransposons, polymorphism index.

Мета: метою цієї роботи є апробація iPBS-маркерного аналізу для визначення генетичного поліморфізму піщаної атерини (*Atherina boyeri* Risso, 1810) та української колючки (*Pungitius platygaster* Kessler, 1859).

Вважається, що атерина піщана (*Atherina boyeri* Risso, 1810) утворює високополіморфний комплекс із двома або трьома криптичними видами. Потенційно цей вид є промислово значущим для України та може слугувати модельним видом для виявлення мікроеволюційних процесів. (Kravchenko et al., 2022).

Мала південна колючка *Pungitius platygaster* потенційно може стати модельним видом для вивчення процесів видоутворення та скринінгу стану екосистем водойм, як і споріднений із нею вид колючка триголкова. Систематичне положення *P. platygaster* не уточнене, а про її геном та його поліморфність майже нічого не відомо (Gibson, 2005; Varber et al., 2010).

Метод іPBS використовує ретровіруси та LTR-ретротранспозони клітинних тРНК як праймери під час зворотно-транскрипційної ПЛР. Цей підхід є універсальним для майже всіх ретротранспозонів, не потребує попереднього знання послідовності LTR та використовує невеликий набір праймерів (Kalendar et al., 2010).

Матеріали і методи: 15 зразків атерин та 10 зразків річкових колючок. ПЛР проводили із іPBS-праймерами 2076 та 2080. Продукти ПЛР фракціонували методом електрофорезу в поліакриламідному гелі і зафарбовували з використанням нітрату срібла. Оцінку поліморфізму проводили методами біоінформатичного аналізу. Інформативність праймерів оцінено розрахунковим методом на базі результатів ПЛР та електрофорезу.

Результати: поліморфізм ідентифіковано в обох видів, проте саме для атерини іPBS-маркери є високоінформативними, тоді як для дослідження поліморфізму колючки їх не доцільно використовувати.

Додевич Ю., Стасик О.В., Стасик О.Г.

**ВПЛИВ БОРТЕЗОМІБУ ТА СПЕРМІДИНУ НА ВИЖИВАННЯ
КЛІТИН НЕЙРОБЛАСТОМИ ЛЮДИНИ SH-SY5Y
ЗА УМОВ ДЕФІЦИТУ АРГІНІНУ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
Інститут біології клітини НАН України
вул. Драгоманова, 14/16, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: yuradodevuch@gmail.com*

Dodevych Y., Stasyk O.V., Stasyk O.G. EFFECT OF BORTEZOMIB AND SPERMIDINE ON THE SURVIVAL OF SH-SY5Y HUMAN NEUROBLASTOMA CELLS AT THE ARGININE DEFICIENCY. The aim of the study was to find out the effect of different concentrations of bortezomib in combination with spermidine and without it on the SH-SY5Y neuroblastoma cell line. It was found that bortezomib dose-dependently inhibits the proliferation and survival of neuroblastoma cells in both complete and arginine-free media. In addition, spermidine reduces the viability of neuroblastoma cells, but in combination

with different concentrations of bortezomib, the effect is more pronounced. Arginine deficiency in the culture medium completely stops the growth of the culture of malignantly transformed cells, and bortezomib in the arginine-free medium dose-dependently increases the percentage of dead cells, while spermidine has no significant effect on cell survival under such culture conditions.

Нейробластома – рак симпатичної нервової системи, вважається найпоширенішою екстракраніальною злоякісною пухлиною і найчастіше діагностується у дітей віком до 18 місяців. Агресивні форми нейробластоми характеризуються підвищеною активацією автофагії, що сприяє її метастазуванню у віддалені тканини та органи. Однією із стратегій у терапії цього онкологічного захворювання є гіперактивація автофагійної деградації, що потенційно може призвести до автофагійної клітинної загибелі. Тому метою дослідження було з'ясувати вплив різних концентрацій бортезомібу у поєднанні зі спермідином та без нього на клітинну лінію нейробластоми людини *SH-SY5Y*. Бортезоміб – інгібітор протеасомної деградації та застосовується при лікуванні множинної мієломи та лімфоми. Спермідин – поліамін, для якого раніше було виявлено його здатність до активації автофагії у клітинній лінії *SH-SY5Y*. Відомо, що за умов інгібування протеасомної деградації, а також дефіциту глюкози, амінокислот та ін. в клітинах активуються процеси автофагії. З огляду на це було зроблено припущення, що поєднання трьох чинників (бортезоміб, спермідин, дефіцит аргініну) сприятиме загибелі злоякісних клітин внаслідок гіперактивації автофагійної деградації. У ході дослідження було з'ясовано, що бортезоміб дозозалежно пригнічує проліферацію і виживання клітин нейробластоми як на повноцінному, так безаргініновому середовищі. Крім цього спермідин знижує життєздатність клітин нейробластоми, проте у поєднанні з бортезомібом підвищує виживання клітин. Дефіцит аргініну в культуральному середовищі повністю зупиняє ріст культури злоякісно трансформованих клітин, а бортезоміб на безаргініновому середовищі дозозалежно збільшує відсоток мертвих клітин, у той час як спермідин не здійснює значного впливу на виживання клітин за таких умов культивування.

Кулагіна Є., Ковалевська Л., Кашуба О.

**ПОТЕНЦІЙНИЙ ВПЛИВ НАДЕКСПРЕСІЇ ПРОТЕЇНІВ РОДИНИ
MRPS18 НА НАПРАВЛЕНУ ДИФЕРЕНЦІАЦІЮ КЛІТИН ЛІНІЇ
МЕЛАНОМИ A375 *IN VITRO***

Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології

імені Р.С. Кавецького НАН України

вул. Васильківська, 45, м. Київ, 03022, Україна

e-mail: kkulagina.2001.sumy@gmail.com

**Kulahina Y., Kovalevska L., Kashuba E. A PUTATIVE EFFECT OF
OVEREXPRESSED PROTEINS OF THE MRPS18 FAMILY ON DIFFEREN-**

TIATION OF A375 MELANOMA CELLS *IN VITRO*. The MRPS18 family proteins are important structural components of the mito-ribosome. We have shown earlier that overexpression of MRP18-2 in primary cells leads to their immortalization and malignant transformation. MRPS18-2 interacts with retinoblastoma protein (RB). Simultaneous expression of these two proteins is necessary for cell stemness (Mushtaq et al., PNAS, 2020). The MRPS18-1 and MRPS18-3 showed ability to bind RB, but with the lower affinity, compared with MRPS18-2. We wanted to study whether A375 melanoma cells could be potentiated to differentiate in the adipogenic, osteogenic and chondrogenic directions *in vitro*, upon overexpression of the MRPS18 family proteins.

Актуальність. До родини мітохондріальних рибосомних білків MRPS18 належать три члени – MRPS18-1-3. Ці протеїни є важливими структурними складовими міторибосоми, проте відіграють важливу роль у таких клітинних процесах, як контроль проліферації та стовбуровості. Протеїн MRPS18-2 взаємодіє із білком ретинобластоми (RB), таким чином впливаючи на клітинний цикл. Раніше нами було з’ясовано, що надекспресія протеїнів MRPS18-2 і RB є необхідною умовою для підтримки стовбуровості клітин (Mushtaq et al., PNAS, 2020). Протеїни MRPS18-1 і -3 також можуть взаємодіяти з білком RB, проте з нижчою афінністю. Сьогодні роль надекспресії цих білків у функціонуванні клітин залишається не дослідженою.

Мета. Створити під-лінії клітин меланоми A375, надекспресуючи протеїни, родини MRPS18 та вивчити можливість направленої диференціації таких клітин і батьківських A375 *in vitro* за цих умов.

Методи. Трансфекції, відбір клонів. Направлена диференціація за адипогенним, остеогенним і хондрогенним напрямками при застосуванні специфічних коктейлів хімічних речовин, якісні реакції, кількісна ПЛР, флуоресцентна мікроскопія.

Результати. Створено під-лінії клітин меланоми A375 завдяки надекспресії протеїнів родини MRPS18. Наявність експресії протеїнів доведено методом імунофлуоресцентного аналізу та кПЛР. Проведено пілотні експерименти щодо направленої диференціації трансфектантів за всіма трьома напрямками. Найбільший потенціал був притаманний клітинам під-ліній із надекспресією MRPS18-2. Морфологічний і імуноцитохімічний аналізи та кПЛР показали наявність маркерів, характерних для адипоцитів, хондроцитів та остеоцитів.

Висновки. За результатами дослідження встановлено, що надекспресія білка MRPS18-2 надає клітинам лінії A375 потенціалу до направленої диференціації за адипогенним, остеогенним і хондрогенним напрямками. Надалі будуть проведені експерименти для з’ясування молекулярних механізмів таких змін життєдіяльності клітин меланоми.

Прудіус О., Галенова Т.**ОЦІНКА ПОТЕНЦІЙНОГО ВПЛИВУ ПЕПТИДНОГО ПУЛУ, ВИДІЛЕНОГО З ПЛАЗМИ ДОНОРІВ, ЯКІ ПЕРЕХВОРИЛИ НА COVID-19, НА ПРОЦЕС АГРЕГАЦІЇ ТРОМБОЦИТІВ У ЕКСПЕРИМЕНТАХ *IN VITRO***

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка
проспект Академіка Глушкова, 2, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: olenaprudius@gmail.com*

Prudius O., Halenova T. EVALUATION OF POTENTIAL EFFECT OF PEPTIDE POOL ISOLATED FROM PLASMA OF DONORS WITH COVID-19 ON PLATELET AGGREGATION *IN VITRO*. The relative homogeneity of the peptide pool in different tissues of the body is physiologically normal. It is hypothesized that peptides associated with the a pathologies may be triggers of a specific cascade of reactions underlying the disease. The aim of this study was to evaluate the potential effect of peptides obtained from the blood plasma of patients with COVID-19 on platelet aggregation *in vitro*.

Відносна однорідність пептидного пулу в різних тканинах організму є фізіологічною нормою. Водночас з'являється все більше доказів, що кількісний та якісний склад пептидного пулу змінюється за розвитку різних захворювань, патогенез яких супроводжується інтенсифікацією тканинного протеолізу. Пептиди, поява яких асоційована з розвитком патологічного стану, можуть бути тригерами специфічного каскаду патологічних реакцій, що лежать в основі захворювання.

Метою даного дослідження було оцінити потенційний вплив пептидів, одержаних з плазми крові осіб, які перехворіли на COVID-19, на процес агрегації тромбоцитів у експериментах *in vitro*.

У дослідженні взяли участь донори, які не хворіли попередньо або перехворіли на COVID-19 та на момент дослідження мали різний титр анти-SARS-CoV-2 IgG (index (S/C)), що було використано для формування дослідних груп: *група 1* (титр антитіл – 0, n = 20), *група 2* (титр антитіл – 10 ± 3, n = 20), *група 3* (титр антитіл – 55 ± 5, n = 20), *група 4* (титр антитіл – 75 ± 5 n=20), *група 5* (титр антитіл – 95 ± 5, n=20). Пептиди одержували з плазми крові донорів за допомогою техніки багатоетапного фракціонування. Для проведення аналізу плазму людей, збагачену тромбоцитами (ПЗТ), попередньо інкубували з одержаними пептидами відповідних дослідних груп. Агрегацію тромбоцитів індукували за допомогою 5×10^{-6} М АДФ, а сам процес агрегації контролювали впродовж 10 хв. Криві агрегації аналізували за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення АТ-02. Під час аналізу проводили оцінку наступних параметрів АДФ-залежного процесу агрегації тромбоцитів: максимальний ступінь агрегації (A_{\max}) і час, необхідний для досягнення максимальної агрегації (T_{\max}). Криві, що

відображали динаміку агрегації тромбоцитів у ПЗТ інкубованої впродовж 5 хв з рівним об’ємом ультрачистої води (замість пептидного зразка), були використані як контроль для цього експерименту.

Одержані результати показали, що у контрольній ПЗТ показник A_{\max} становив 58%. При інкубації ПЗТ зі зразками пептидів дослідних груп 2-5 спостерігали збільшення показника A_{\max} ; наприклад, за дії пептидної фракції, одержаної від осіб 5 групи, він становив 80%, тоді як за дії пептидів, одержаних від донорів 1 групи, цей показник був тотожний контрольному. Ми також відмітили зміни кінетичного параметру процесу агрегації T_{\max} . T_{\max} за інкубації ПЗТ з пептидами осіб 2-5 груп у 1,5-2 рази перевищував показники контрольної ПЗТ, тоді як за дії пептидів, одержаних від донорів 1 групи даний показник зростав лише на 20%.

Наші результати показали, що пептиди з плазми крові осіб, які не хворіли на COVID-19 мали мінімальний ефект на процес агрегації тромбоцитів, тоді як пептиди осіб, що перехворіли на COVID-19 виражали помітний проагрегаційний потенціал. Дослідження з метою ідентифікації якісного та кількісного складу пептидної фракції може стати вектором для майбутніх досліджень.

Рябіна Л., Бішоф Н., Форте М., Цайлер К.

КОНСТРУЮВАННЯ ТА ПЕРЕВІРКА ВЕКТОРА,
ЩО ЕКСПРЕСУЄ *CDK8-TURBOID*

Max Perutz Labs Vienna

Dr.-Bohr-Gasse 9, 1030, Wien, Austria

e-mail: office@maxperutzlabs.ac.at

Riabina L., Bischoff N., Forte M., Zeiler C. CONSTRUCTION AND VALIDATION OF *CDK8-TURBOID* EXPRESSION VECTOR. CDK8 is an enzyme of the class of protein kinases, which is encoded by the gene with the same name and participates in the transcription process through interaction with the mediator complex or phosphorylation of transcription factors, precise mechanisms of action are unknown. During this research, the vector expressing *CDK8-TurboID* was successfully constructed and validated. It is planned to study the functions, molecular mechanisms and role of CDK8 in transcription and other cellular processes using the obtained vector.

Циклінзалежні кінази (CDK) — це ферменти класу протеїнкіназ, що відіграють суттєву роль у регуляції клітинного циклу, транскрипції та інших важливих клітинних процесах. CDK8 – це ензим, який кодується однойменним геном та бере участь у процесі транскрипції через взаємодію з медіаторним комплексом або фосфорилуванням факторів транскрипції. Точні механізми дії цієї кінази досі вивчаються (Gutierrez-Chamorro et al., 2021). Встановлено, що CDK8 є ключовим онкогенним чинником багатьох

видів раку, що робить дослідження, пов'язані з вивченням цього ферменту, актуальними (Chou et al., 2020).

Метою роботи було моделювання, конструювання та перевірка вектора, який експресує *CDK8-TurboID*. TurboID — це розроблена для біотинилування білків лігаза, що використовується для мічення та виділення білків, які знаходяться в безпосередній близькості до білка-мішені в живих клітинах.

Під час дослідження у програмі SnapGene було створено модель вектора, що складається з послідовностей, що кодують *CDK8-TurboID* та основи вектора, яка містить ген резистентності до ампіциліну. Проведено рестрикцію основи вектора ферментами *NheI* та *BamHI*, з подальшим проведенням генетичної рекомбінації основи та фрагментів-мішеней, тобто *CDK8* та *TurboID*, за допомогою збірки Гібсона. Збірка Гібсона — це метод молекулярного клонування, який дозволяє з'єднати кілька фрагментів ДНК в одній ізотермічній реакції. Далі було здійснено трансформацію синтезованого вектора в клітини *Escherichia coli* з метою ампліфікації вектору. Згодом було проведено трансфекцію вектора, виділеного з трансформованих клітин *Escherichia coli*, в клітини ембріональної нирки людини HEK-293, екстрагування білків з трансфікованих клітин HEK-293 та здійснено Вестерн-блот детекцію CDK8 та TurboID в клітинах.

Результатом цієї роботи є успішне конструювання вектора, який експресує *CDK8-TurboID*, що у майбутніх дослідженнях дасть змогу маркувати білки-партнери та мішені CDK8 та вивчати механізми такої взаємодії.

**Mushii O., Lukianova N., Zadvornyi T., Pavlova A.,
Martyniuk O., Chekhun V.**

DIFFERENTIAL EXPRESSION OF MATRIX METALLOPROTEINASES IN BENIGN AND MALIGNANT MAMMARY GLAND TISSUE

*R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology, and Radiobiology,
NAS of Ukraine, Kyiv*

*Vasylkivska street, 45, Kyiv, 02000, Ukraine
e-mail:sashamushy1@gmail.com*

Background: Despite the large number of research devoted to the study of the features of the microenvironment in breast cancer (BCa), presently there is no consensus on the features of expression of collagenases (MMP1, MMP8, and MMP13) as the main extracellular matrix remodeling agents in the tissue of mammary gland neoplasms dependent on their malignancy.

Materials and Methods: The study was performed on tumor tissue samples: 20 patients with breast fibroadenoma (FAD) and 60 patients with stage I-II BCa who were treated at the National Cancer Institute during 2017-2019

The expression level of MMP1, MMP8, and MMP13 in FAd and BCa tissue was studied using the immunohistochemical method. Statistical analysis was performed using GraphPad Prism v.8.00 software (GraphPad Software Inc., USA). Mann-Whitney test was used to evaluate the significance of the differences between groups. Spearman test was used to perform correlation analysis.

Results: It has been shown that BCa tissue is characterized by significantly higher indicators of MMP8 ($p < 0.019$) and MMP13 ($p < 0.011$) compared to FA tissue samples. No significant difference was found in the expression levels of MMP1 ($p < 0.844$) in the mammary gland benign and malignant neoplasms tissue. Correlation analysis proved direct dependency in the expression of MMP8 and MMP13 ($r = 0,569$, $p < 0.007$) in BCa samples, while in FAd tissue direct connection of expression values were found for MMP1 and MMP8 ($r = 0,597$, $p < 0.005$).

Conclusions: Our results expand the understanding of the expression features of extracellular matrix remodeling proteins, namely collagenases, in mammary gland neoplasms. Using these parameters as markers of malignant transformations could allow obtaining informational attributes for the improvement of diagnosis, and prognosis of breast cancer.

Acknowledgements: This study was supported by the research programs “Development and Validation of Complex Treatment Technology for Breast Cancer Patients of Young Age” (0122U201203), “Features of expression and methylation status of stromal microenvironment remodeling genes in breast cancer tissue” (0123U102991), “Stress-induced tumor microenvironment factors as risk drivers of breast cancer progression” (0124U000078).

ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН PLANT PHYSIOLOGY

Библик Д., Романюк Н., Макар О.

КВІТКИ *SAMBUCUS NIGRA* L. ЯК ДЖЕРЕЛО ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК:
ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДІВ ЕКСТРАГУВАННЯ

Львівський Національний Університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: diana.byblyk@lnu.edu.ua

Byblyk D., Romanyuk N., Makar O. *SAMBUCUS NIGRA* L. FLOWERS AS A SOURCE OF PHENOLICS: OPTIMIZATION of EXTRACTION METHODS. This study investigated extraction methods for recovering phenolic compounds and flavonoids from *Sambucus nigra* L. (elderflower), known for its bioactive properties. Water, 70% ethanol, and 80% ethanol were used as solvents for maceration and microwave-assisted extraction (MAE). Spectrophotometric analysis revealed the highest phenolic (73.92 ± 2.07 mg GAE/g) and flavonoid (9.20 ± 0.35 mg QE/g) contents in 80% ethanolic extracts, with comparable yields between maceration and MAE. However, MAE offered reduced extraction time and improved process control. These findings highlight the influence of extraction parameters on bioactive compound recovery from elderflower for potential applications.

Численні наукові дослідження показали переваги рослинних біоактивних сполук (Khuntia et al., 2022; Pallag et al., 2016) для профілактики та лікування низки захворювань, зокрема, серцево-судинних (Behl et al., 2020; Szabo et al., 2022; Shen et al., 2022), бактеріальних, вірусних. Бузина чорна (*Sambucus nigra* L.) багата біологічно активними речовинами та здавна використовується в лікарській практиці (Liu et al., 2022; Ferreira-Santos et al., 2021; Ha et al., 2023). Квітки *S. nigra* мають багатий велику кількість біологічно активних речовин: білки, вітаміни, мінерали, терпени, стерини та поліфеноли (Loizzo et al., 2016; Thanh et al., 2017). Ідентифікування речовин, наявних у екстракті, може дати уявлення про потенціал для профілактики чи лікування захворювань. Лікувальні властивості часто пов'язані з фенольними сполуками, особливо фенольними кислотами, флавонолами та проантоціандінами, яким властива антиоксидантна, протиракова, антимікробна та противірусна активності (Ferreira et al., 2020; Przybylska-Balcerek et al., 2021; Ferreira-Santos et al., 2021).

Метою роботи було визначення та порівняння загального вмісту фенольних сполук та флавоноїдів у водно-спиртових та водних екстрактах із квіток *S. nigra*, отриманих методами мацерації та екстрагування за допомогою мікрохвиль (MAE, microwave assisted extraction) з використанням системи мікрохвильової пробопідготовки Multiwave Go (AntonPaar, Graz, Austria). Загальних вміст фенольних сполук визначали спектрофотометрично

з реактивом Фоліна-Чокальтеу та Na_2CO_3 , калібрувальну криву будували за галовою кислотою (ГК). Вміст флавоноїдів визначали спектрофотометрично з AlCl_3 , калібрувальну криву будували за кварцетином (К).

Вміст фенольних сполук у екстрактах із квіток бузини чорної змінювався залежно від обраного методу екстрагування та від екстрагенту. У водних екстрактах вміст фенольних сполук становив $41,50 \pm 5,23$ мг-екв. ГК/г сух. реч.. У 80% етанольних екстрактах загальний вміст фенолів – $73,92 \pm 2,07$ мг-екв. ГК/г сух. реч., флавоноїдів – $9,20 \pm 0,35$ мг-екв. К/г сух. реч.; тоді як у 70% спиртових екстрактах вміст фенолів – $65,61 \pm 1,16$ мг-екв. ГК/г сух. реч., флавоноїдів – $7,77 \pm 0,19$ мг-екв. К/г сух. реч..

За екстрагування методом МАЕ (режим Digestion, T 40 °C) загальний вміст фенольних сполук у водних витягах становив $48,23 \pm 3,23$ мг-екв. ГК/г сух. реч.; у 80% етанольних витягах вміст фенолів – $60,85 \pm 2,96$ мг-екв. ГК/г сух. реч., флавоноїдів – $6,95 \pm 0,51$ мг-екв. К/г сух. реч.; у 70% спиртових екстрактах вміст фенолів – $71,66 \pm 2,90$ мг-екв. ГК/г сух. реч.; флавоноїдів – $8,80 \pm 0,50$ мг-екв. К/г сух. реч.. Таким чином, отримані результати свідчать про те, що кількість фенольних сполук та флавоноїдів у екстрактах із квіток *S. nigra* максимальна при використанні 80% етанолу в якості екстрагента, вихід біологічно активних сполук приблизно однаковий для обох досліджуваних методів – традиційної мацерації та МАЕ. При цьому, перевагою МАЕ є скорочення тривалості екстрагування та вищий рівень контрольованості процесу.

Бойко Т., Рогач Т.

ВПЛИВ НАТИВНИХ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ЛИСТКОВИЙ АПАРАТ КВАСОЛІ

*Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна
e-mail: tetiana.rohach@vspu.edu.ua*

Boyko T., Rogach T. THE INFLUENCE OF NATIVE GROWTH STIMULATORS ON THE LEAF APPARATUS OF BEAN. The effect of foliar treatment of IAA and 6-FAP on the growth, development and productivity of bean cv. Skorospilka was studied. 6-FAP enhanced the linear growth of plants, while IAA practically did not change them. Both growth regulators increased the number of leaves per plant, the weight of dry matter of leaves, the area of the leaf surface, the leaf index of plantations, and a tendency to thickening of leaf plates was observed. 6-FAP increased the content of total chlorophyll in leaves and the chlorophyll index of plantations, but IAA did not change it. The yield of seeds from the plant significantly increased under the action of both growth stimulators.

Одним із головних напрямів вирішення проблеми одержання високих і стабільних урожаїв у світовому рослинництві є застосування інтенсивних

технологій з використанням синтетичних регуляторів росту рослин, серед яких чільне місце займають стимулятори росту та розвитку рослин. Спектр використання цих препаратів є надзвичайно широким: від підвищення урожайності та якості продукції до покращення стійкості проти хвороб і шкідників та факторів середовища (Kuryata, 2020).

Досліджували вплив листової обробки 0,005%-х водних розчинів індоліл-3-оцтової кислоти (ІОК) та 6-фурфурамінопурину (6-ФАП) на ріст, розвиток та продуктивність квасолі звичайної сорту Скороспілка. Обробку проводили у фазу бутонізації 02.07.2023 року за допомогою ранцевого оприскувача СО-12 «Marolex».

6-ФАП збільшував лінійні розміри рослин квасолі (15%), а за дії ІОК показник мав тенденцію до зменшення. Обидва регулятори росту збільшували кількість листків на рослині. За дії ІОК та 6-ФАП максимальні значення кількості листків перевищували контрольний показник на 15 та 28%, а на кінець досліджуваного періоду на 6% та 35%. При цьому максимальна площа листя та листовий індекс насаджень за дії ІОК та 6-ФАП перевищували контроль на 33 та 54% відповідно, а маса сухої речовини листків – на 53 та 69%. За дії обох стимуляторів росту мали тенденцію до потовщення листові пластинки квасолі (13 та 8% відповідно).

Вміст хлорофілів у листках суттєво впливає на урожайність культурних рослин. 6-ФАП підвищував вміст суми хлорофілів (a+b) у листках квасолі протягом вегетації на 20%. Тоді як за дії ІОК показник суттєво не змінювався. Хлорофільний індекс насаджень у період максимальної вегетативної маси рослини за обробки 6-ФАП був більший, ніж у контролі, на 27%, тоді як за дії ІОК він перевищував контроль на 13%.

Зміни у листовому апараті посилювали накопичування маси сухої речовини цілої рослини. На кінець досліджуваного періоду зростання цього показника становило 31 та 20% за дії ІОК та 6-ФАП, відповідно. Аналіз динаміки чистої продуктивності фотосинтезу свідчить, що у фазу цвітіння, плодоношення та наливу плодів він перевищував контрольний за дії обох стимуляторів росту.

Препарати оптимізували продуктивність культури квасолі сорту Скороспілка. Обробка стимуляторами росту ІОК та 6-ФАП збільшувала кількість стручків на рослині на 29 та 47%. У період максимального накопичення вегетативної маси, маса стручків із однієї рослини за дії ІОК на 17% перевищувала контроль, а після застосування 6-ФАП на 12%. Аналіз кількості насінин в стручку свідчить, що ІОК збільшувала їх кількість на 32%, а 6-ФАП зменшувала на 12%.

Отже, за обробки рослин квасолі водними розчинами індоліл-3-оцтової кислоти та 6-фурфурамінопурину сформувався більш потужний листовий апарат, що призвело до підвищення урожайності культури.

Бєласва Я., Ярославська Ж., Дзюба О., Закрасов О., Любінська А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ПІГМЕНТІВ
У ПРЕДСТАВНИКІВ 5 ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ГРУП РОДИНИ
БРОМЕЛІЄВІ (*BROMELIACEAE* JUSS.)

*Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України
вул. Садово-Ботанічна, 1, м. Київ, 01014, Україна
e-mail: yana100@ukr.net*

Bielaieva Ya., Yaroslavska Zh., Dzjuba O., Zakrasov O., Liubinska A. STUDY OF PIGMENT CONTENT IN REPRESENTATIVES OF 5 FUNCTIONAL GROUPS OF THE *BROMELIACEAE* JUSS. FAMILY. The content of pigments under influence of low temperatures (-18°C, for 3 days) in representatives of 5 functional groups of the *Bromeliaceae* family, represented by 16 species from the collection of the M.M. Grishko National Botanical Garden was studied. The obtained results give reason to believe that the content of pigments serves as a marker of adaptation of bromeliads to low temperatures. The obtained results indicate the possibility of applying the assessment of pigment content as criteria for determining the potential adaptation of *Bromeliaceae* species.

Бромелієві (*Bromeliaceae* Juss.) - родина однодольних квіткових рослин порядку бромелієцвітих, що включає 3000 видів. Бромелієві поширені у всіх кліматичних зонах тропічного і частково субтропічного поясів Америки: від вологих вічнозелених лісів до пустель, від рівня моря до висоти 4200 м н.р.м. Колекція тропічного відділу НБС імені М.М. Гришка НАН України налічує 145 видів. За результатами досліджень представників родини поділяють на 5 функціональних груп: небулофіти, псевдобульбові, бромелії з мілкими цистернами, бромелії з САМ цистернами та бромелії з С3 цистернами. До першої групи небулофітів належать види, що мають тонкі листки, не мають запасаючих воду пристосувань, джерело води для них це туман, також для них характерний САМ тип фотосинтезу (10 видів). Представники небулофітів мають широкий ареал зростання і живуть на місцях, де мінімальна температура опускається нижче 0°C. Друга група - бромелії, що формують псевдо бульби (5 видів), мають товсті листові пластинки, не мають запасаючих воду цистерн, джерело води - дощ та внутрішні резерви, САМ тип фотосинтезу. Третя група це бромелії з «мілкими цистернами» (15 видів). Місткість цистерн становить 2-60 мл, види мають малі розміри, тонкі листки, джерело води для них це дощ, також для них характерний САМ тип фотосинтезу. Четверта група це бромелії з «САМ цистернами» (20 видів). Місткість цистерн становить 9-12 мл, види мають крупні розміри, джерело води для них це - дощ, також для них характерний САМ тип фотосинтезу. П'ята група - бромелії з «С3 цистернами» (95 видів) - великі розміри рослин, але низькі показники питомої площі листка (співвідношення площі листка до його сухої маси), С3 шлях фотосинтезу (С. Reyes-García et al., 2022).

Було досліджено вміст пігментів під дією низьких температур (-18° С, період 3 доби) у представників 5 функціональних груп родини *Bromeliaceae*, що представлені 16 видами з колекції Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України *Tillandsia* (5 видів), *Acanthostachys* (1 вид), *Aechmea* (8 видів) *Billbergia* (1 вид), *Canistrum* (1 вид). За впливу низьких температур спостерігалось зростання вмісту пігментів у представників всіх дослідних груп бромелій. Найвищий вміст хлорофілу а зафіксовано у груп з С3 цистернами та САМ цистернами. Найвищий вміст хлорофілу *b* спостерігався у груп з мілкими цистернами, С3 цистернами та САМ цистернами. Найвищий вміст каротиноїдів - спостерігався у груп з С3 цистернами та САМ цистернами. Отримані результати дають підстави вважати, що вміст пігментів слугує маркером адаптації бромелій до впливу низьких температур. Високі вмісти пігментів відмічено у видів, що мають цистерни різної місткості. Отримані результати свідчать про можливість використання вмісту пігментів як критеріїв до адаптаційного потенціалу рослин різних видів *Bromeliaceae*, що дасть змогу забезпечити їх утримання в умовах захищеного ґрунту, зберігаючи колекційне біорізноманіття.

Волошин О., Романюк Н., Макар О.

**КОНЦЕНТРАЦІЯ ФЕНОЛЬНИХ СПОЛУК ТА ФЛАВОНОЇДІВ
В ЕКСТРАКТАХ *MELISSA OFFICINALIS* L. ЗАЛЕЖНО
ВІД МЕТОДУ ЕКСТРАГУВАННЯ**

Львівський Національний Університет імені Івана Франка
бул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: olha.voloshyn@lnu.edu.ua

Voloshyn O., Romanyuk N., Makar O. CONCENTRATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND FLAVONOIDS IN EXTRACTS OF *MELISSA OFFICINALIS* L. DEPENDING ON THE METHOD OF EXTRACTION. *M. officinalis* has a wide range of uses in medicine. The aim of current study was to evaluate and compare the concentrations of total phenolic compounds (TPC) and flavonoids in herb of *M. officinalis* using different methods of extraction. The TPC was in the range from $67,84 \pm 0,74$ to $164,28 \pm 9,22$ mg GAE/g DW, the total flavonoids content – varied from $24,88 \pm 2,55$ to $38,86 \pm 4,36$ mg Q/g DW.

Пошук рослин, які мають антибактеріальну, протівірусну, протипухлинну дію є одним з завдань сучасної біології рослин (Sharifi-Rad, 2021; Salehi, 2019). Завдяки широкому спектру вторинних метаболітів *Melissa officinalis* L. характеризується важливими фармакологічними властивостями, та її здавна використовують у народній медицині. Листя *M. officinalis* – цінна і легкодоступна сировина, яка містить флавоноїди (кверцитрин, рамноцитрин, лютеолін), поліфенольні сполуки (розмаринова кислота, кофейнова кислота, протокатехінова кислота), монотерпенові глікозиди, тритерпени (урсолова і олеанолава кислоти), сесквітерпени,

дубильні речовини, ефірні олії (Miraj et al., 2016; Sofowora et al., 2013). Повідомляють про противірусну, антимікробну та протигрибкову активність екстрактів *M. officinalis* зумовлену біологічно активними речовинами (Wolbling & Leonhardt, 1994; Astani et al., 2012; Miraj et al., 2016).

Метою роботи було визначення та порівняння загального вмісту фенольних сполук та флавоноїдів у водно-спиртових (70% та 80% етанол) та водних екстрактах, отриманих методами простої екстракції та екстракції з використанням мікрохвиль МАЕ (система пробопідготовки Multiwave Go, Anton Paar, Austria) із сухої трави *M. officinalis*, зібраної влітку 2023 року. Вміст фенольних сполук визначали спектрофотометрично з реактивом Фоліна-Чекольтеу та Na_2CO_3 , в перерахунку на галову кислоту (ГК), флавоноїдів - з використанням AlCl_3 в перерахунку на кварцетин (К).

Залежно від способу екстрагування змінювався кількісний вміст досліджуваних сполук. У випадку мацерації у водних витягах вміст фенольних сполук становив $164,28 \pm 9,22$ мг-екв. ГК/г сух. реч.; загальний вміст фенольних сполук за екстрагування етанолом був нижчим: 80%-ний спирт – $111,21 \pm 7,04$ мг-екв. ГК/г сух. реч., і 70%-ний етанол – $67,84 \pm 0,74$ мг-екв. ГК/г сух. реч. Вміст флавоноїдів – $38,86 \pm 4,36$ мг-екв. К/г сух. реч. і $36,68 \pm 3,47$ мг-екв. К/г сух. реч., відповідно.

Встановлено, що за екстрагування методом МАЕ вміст фенольних сполук у водних витягах становив $101,87 \pm 14,07$ мг-екв. ГК/г сухої речовини; у 80% спиртових екстрактах вміст фенолів – $84,58 \pm 10,21$ мг-екв. ГК/г сухої речовини, флавоноїдів – $29,26 \pm 4,16$ мг-екв. К/г сухої речовини; за екстрагування 70% спиртом вміст фенольних сполук – $139,89 \pm 16,12$ мг-екв. ГК/г сухої речовини, флавоноїдів – $24,88 \pm 2,55$ мг-екв. К/г сухої речовини.

Згідно з отриманими результатами, найбільшу кількість фенольних сполук отримано у водних витягах *M. officinalis* за умов екстрагування методом традиційної екстракції. Найвищу концентрацію флавоноїдів встановлено у 80% спиртових витягах за екстрагування методом мацерації. Таким чином, традиційні методи екстракції виявились кращими для отримання вищих концентрацій фенольних сполук та флавоноїдів в екстрактах *M. officinalis*.

Дякунчак М., Клепач Г.

ПРОДУКТИВНІСТЬ РОСЛИН *CALENDULA OFFICINALIS* L.
У ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТТЯ ЗА
ВПЛИВУ РІЗНИХ НОРМ МІКРОДОБРИВА “АВАТАР 2 ОРГАНІК”

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Шевченка, 23, м. Дрогобич, 82100, Україна
e-mail: mariana.diakunchak@dspu.edu.ua

Diakunchak M., Klepach H. PRODUCTIVITY OF *CALENDULA OFFICINALIS* L. PLANTS IN THE SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS OF

PRECARPATHIA UNDER THE INFLUENCE OF DIFFERENT RATES OF MICROFERTILIZER «AVATAR 2 ORGANIC». Microfertilizer “Avatar 2 Organic” is a promising and safe trace element preparation for the cultivation of medicinal plants. The influence of different rates of microfertilizer on the morphometric parameters and productivity of *C. officinalis* L. plants in the soil and climatic conditions of Precarpathia was studied. It was determined that the three-time application of microfertilizer (pre-sowing treatment of seeds at the rate of consumption of 100 ml/t + two-time foliar feeding in the seedling and budding phases of plants at the rate of consumption of microfertilizer of 100 ml/ha) is profitable and cost-effective.

На світовому й вітчизняному ринку особливий попит має лікарська сировина *C. officinalis* L., оскільки у значних обсягах використовується для виготовлення різних лікарських препаратів, застосовується як композит багатьох настоянок, кремів, мазей (Кривавич, 2018). Завдяки високому вмісту біологічно активних речовин, екстракти та препарати *C. officinalis* виявляють протизапальну, ранозагоювальну, антигельмінтну, протиракову, протидіабетичну, гепатопротекторну й антиоксидантну дії, а тому застосовуються при деяких шлунково-кишкових, гінекологічних, очних і шкірних захворюваннях, опіках (Shahane, 2023). Для покращення продуктивності та якісних характеристик сировини *C. officinalis* використовуються різні агротехнічні прийоми, які включають застосування певних видів добрив (Лупак, 2021). До числа перспективних та безпечних для культивування лікарських рослин належить мікродобрив “Аватар-2 Органік”, яке значиться у переліку препаратів, рекомендованих у органічному виробництві продукції. На даний час вплив зазначеного мікродобрива на морфогенез та продуктивність *C. officinalis* L. у ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття є не дослідженим та актуальним.

Метою нашого дослідження є оцінка деяких ростових параметрів та продуктивності рослин *C. officinalis* L. сорту Березотіцька сонячна, культивованих у ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття за впливу різних норм мікродобрива “Аватар-2 Органік”. Насіння культури *C. officinalis* сорту Березотіцька сонячна було надано Дослідною станцією лікарських рослин НААН України. Ґрунт навчально-дослідної ділянки є дерново-підзолистий поверхнево-оглеєний середньо-суглинковий та характеризується низьким вмістом гумусу в орному шарі (2,08 %) (Лупак, 2021). Висівали культуру у третій декаді квітня; культивування проводили відповідно до агротехніки вирощування (Лупак, 2016). У ході досліджень, у одних варіантах застосовували лише передпосівну обробку насіння за норм витрат мікродобрива 50/ або 100/ або 150 мл/т, а у інших варіантах, – поєднювали з одно- чи дворазовим позакореневим підживленням у фазах сходів та бутонізації рослин за норми витрат 50/ або 100/ або 150 мл/га).

Встановлено, що триразове застосування мікродобрива (передпосівна обробки насіння за норми витрат 100 мл/г + дворазове позакореневе підживлення у фазах сходів та бутонізації рослин за норми витрат мікродобрива 100 мл/га) зумовлює зростання деяких морфометричних параметрів (висоти, кількості квіткових кошиків на рослині та їх діаметр) та урожайності у рослин *C. officinalis*. Зокрема, висота рослин порівняно з контролем зростала на 30,8% ($p=0,02$); кількість суцвіть на одній рослині зростала до 22 ± 2 од. із середнім діаметром $6,2\pm 0,3$ см, що на 29,4% ($p=0,03$) та 19,2% ($p=0,02$), відповідно вище порівняно з контролем. Урожайність суцвіть ($0,91\pm 0,05 - 1,12\pm 0,07$ т/га) зростала порівняно з контролем на 23%, чистий прибуток лікарської сировини на 17,9%, рівень рентабельності складав 52,5%, що свідчить про доцільність та економічну ефективність культивування *C. officinalis* за триразового застосування мікродобрива.

Жолобович І., Макар О., Романюк Н.

ВМІСТ ФЛАВОНОЇДІВ У ЕКСТРАКТАХ
EPILOBIUM ANGUSTIFOLIUM L.

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: ivanna.zholobovych@lnu.edu.ua

Zholobovych I., Makar O., Romanyuk N. CONTENT OF FLAVONOIDS IN EXTRACTS OF *EPILOBIUM ANGUSTIFOLIUM* L. Flavonoids – a group of natural compounds with beneficial health properties. The study the effect of ethanol concentration 96%, 75%, 70%, and 50% for extracting flavonoids from dry fireweed (*Epilobium angustifolium* L.) herb. Quantitative analysis of flavonoids was performed by a photocolometric method. The maximum flavonoid content of 13.81 ± 0.24 mg quercetin equivalents/g was found in the 70% ethanol extract. A close result of 13.37 ± 0.15 mg/g was observed for 75% ethanol.

Флавоноїди - група природних сполук з корисними властивостями для здоров'я людини. Досліджено вплив концентрації етанолу 96%, 75%, 70% та 50% для екстракції флавоноїдів із сухої трави іван-чаю *Epilobium angustifolium* L. Кількісний аналіз флавоноїдів визначали фотоколориметрично з $AlCl_3$. Максимальний вміст флавоноїдів $13,81\pm 0,24$ мг-екв кверцетину/г виявлено в 70% етанольному екстракті. Близький результат $13,37\pm 0,15$ мг-екв/г спостерігали в 75% етанольному екстракті.

Більшість рослин, які використовують у традиційній медицині, багаті поліфенолами та флавоноїдами. Флавоноїди – група природних речовин, які містяться в фруктах, овочах, стеблах, насінні та впливають на їх аромат, смак, колір. Водночас показано, що флавоноїди впливають

на здоров'я людини (Juca et al., 2020; Fraga et al., 2019; Rodríguez-García et al., 2019). Екстракти із трави іван-чаю *Epilobium angustifolium* L. (син. *Chamerion angustifolium*) багаті на поліфеноли та мають широкий спектр протизапальних, антибактеріальних, антиоксидантних та противірусних властивостей (Kamkin et al 2022).

Метою роботи було визначення умови отримання максимального вмісту флавоноїдів у водно-спиртових екстрактах, отриманих із сухої трави іван-чаю *Epilobium angustifolium* L. Як екстрагент використовували етанол у різних концентраціях – 96 %, 75, 70 і 50 %. Кількісний вміст флавоноїдів визначали фотоколориметрично з 2 % $AlCl_3$ у перерахунку на кверцетин (Кв) (Abraham et al., 2020) .

Порівняльний аналіз вмісту флавоноїдів у траві іван-чаю показав найвищий вміст у екстракті, отриманому з допомогою 70% етанолу – $13,81 \pm 0,24$ мг-екв Кв/ г сух. реч, близькі до цього значення вмісту флавоноїдів у 75%-ому етанолі – $13,37 \pm 0,15$ мг-екв Кв/ г сух. реч., що узгоджується з даними літератури (Salmerón-Manzano et al., 2020). Зниження чи подальше підвищення концентрації етанолу призводило до зниження вмісту екстрагованих речовин, і флавоноїдів, зокрема: 96% етанол – $9,86 \pm 0,11$ мг-екв Кв/ г сух. реч., 50% – $12,3 \pm 0,11$ мг-екв Кв/ г сух. реч.

Таким чином, для максимального екстрагування флавоноїдів із трави іван-чаю доцільно використовувати 70% етанол.

Козій Л., Рогач В.

**ЛИСТКОВИЙ АПАРАТ КВАСОЛІ
ЗА ДІЇ ГІБЕРЕЛІНУ ТА АНТИГІБЕРЕЛІНУ**

*Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
бул. Остролького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна
e-mail: lana2001.kozyi@gmail.com*

Kozyi L., Rogach V. LEAF APPARATUS OF BEAN UNDER THE EFFECTS OF GIBBERELIN AND ANTIGIBERELLIN. The influence of foliar treatment of GA_3 and EW-250 on the growth, development and productivity of beans of the common Skorospilka variety was studied. GA_3 enhanced the linear growth of beans, and EW-250 inhibited it. Both growth regulators increased the number of leaves per plant, dry leaf mass, leaf surface area, leaf stand index, and leaf blade thickness. EW-250 increased total chlorophyll content in leaves and chlorophyll index of stands. The yield of seeds per plant increased significantly under the influence of EW-250 and tended to decrease after the application of GA_3 .

Вивчення закономірностей росту і розвитку рослин є важливою теоретичною базою для управління цими процесами з метою оптимізації продуктивності рослин. Значну роль у керуванні ними відіграють

різнонаправлені регулятори росту. Важливим компонентом морфогенезу та продукційного процесу рослин є листковий апарат (Kuryata, 2019).

Досліджували вплив листкової обробки гібереловою кислотою (GK_3) та триазолпохідним антигібереліном – тебуконазолом (EW-250) на ріст розвиток та продуктивність квасолі звичайної сорту Скороспілка. Рослини обробляли 0,005% GK_3 та 0,025% EW-250 у фазу бутонізації 02.07.2023 року за допомогою ранцевого оприскувача CO-12 «Marolex» (Польща). Рослини контролю обробляли водопровідною водою (АОАС, 2010).

Нами встановлено, що GK_3 збільшувала лінійні розміри рослин квасолі (17%), а EW-250 зменшувала (11%). Обидва регулятори росту збільшували кількість листків на рослині. За дії стимулятора та інгібітора максимальні значення кількості листків перевищували контрольний показник на 27 та 17%, а на кінець досліджуваного періоду на 29 та 15%. При цьому максимальна площа листя та листковий індекс насаджень за дії GK_3 та EW-250 перевищували контроль на 21 та 8% відповідно, а маса сухої речовини листків на 25 та 6%. Як гіберелін, так і антигіберелін потовщували листкові пластинки квасолі. Максимальні показники питомої поверхневої щільності листка були більшими ніж у контролі на 17 та 9%.

Вміст хлорофілу у листках суттєво впливає на продуктивність культурних рослин. EW-250 підвищував вміст суми хлорофілів (a+b) у листках квасолі протягом вегетації на 8-14%, тоді як GK_3 знижував їх вміст на 15-17%. Хлорофільний індекс насаджень у період максимальної вегетативної маси рослини за обробки ретардантом був більший, ніж у контролі на 27%, тоді як за дії гібереліну був нижчим на 13%.

Зміни у листковому апараті посилювали накопичування маси сухої речовини цілої рослини. У період максимального накопичення вегетативної маси показник за дії GK_3 перевищував контроль на 17%, а після обробки EW-250 на 29%. На кінець досліджуваного періоду зростання становило 13 та 21% відповідно. Аналіз динаміки чистої продуктивності фотосинтезу свідчить, що у фазу цвітіння та плодоношення він перевищував контрольний за дії обох регуляторів росту.

Різконаправлені рістрегулятори оптимізували продуктивність культури квасолі сорту Скороспілка. Обробка стимулятором росту збільшувала кількість стручків на рослині на 35%, а після застосування EW-250 на 55%. У період максимального накопичення вегетативної маси маса стручків із однієї рослини за дії GK_3 на 11% перевищувала контроль, а після застосування EW-250 на 56%. Аналіз кількості насіння в стручку свідчить, що ретардант збільшував їх кількість на 12%, а стимулятор росту зменшував на 33%. Таким чином, урожай насіння за обробки GK_3 мав тенденцію до зниження (10%) тоді як після застосування EW-250 вона достовірно збільшувалася (73%).

Римська К., Пацула О.

ВПЛИВ ЗАСОЛЕННЯ НА МОРФОФІЗІОЛОГІЧНІ
ПОКАЗНИКИ ВЕРБИ ПРУТОВИДНОЇ *SALIX VIMINALIS* L.

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: rymskakarolina@gmail.com

Rymska K., Patsula O. THE EFFECT OF SALINITY ON THE MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE *SALIX VIMINALIS* L. Soil salinization negatively impacts plant growth and development, leading to osmotic imbalance, ion toxicity, and oxidative stress. This study investigated the effects of different salinity levels on the morpho-physiological parameters of *Salix viminalis* L., a promising tree crop for cultivation on saline soils due to its potential tolerance. At moderate levels of salinity, willow showed a certain tolerance due to morphological and physiological adaptations with a slight decrease in the area of the leaf, a change in the number of photosynthetic pigments and proline content, however, at high salinity levels, the negative impact was more pronounced.

Рослини постійно стикаються з різними стресовими факторами абіотичного характеру. Один з таких факторів – засолення ґрунтів, на сьогоднішній день є обмежуючим фактором для продуктивності рослинництва. Особливість впливу хлориду натрію порівняно з іншими абіотичними факторами полягає у тому, що він має подвійну природу: токсичність від надлишку іонів та дію осмотичного стресу. Засолення викликає відновлення компонентів фотосинтетичного електронтранспортного ланцюга і спричиняє утворення активних форм кисню, що в свою чергу призводить до оксидативного стресу. Високий вміст NaCl у ґрунті може спричинити негативний вплив на морфологічні показники рослин. Наше дослідження спрямоване на вивчення впливу засолення на морфологічні показники верби прутувидної (*Salix viminalis* L.).

Для нашого дослідження ми використовували чотири, шести та восьми тижневі живці верби прутувидної, живці висаджували у контейнери з перлітом, по 7 живців у кожен. Рослинний матеріал поливали поживним розчином Холанда-Арнона (контроль) та розчином Холанда-Арнона із додаванням NaCl у концентраціях 100 та 200 мкМ. Дослідження проводились впродовж двох місяців. Кожні 14 днів проводили відбір матеріалу для вимірювання морфометричних показників, вмісту фотосинтетичних пігментів та проліну.

Результати проведених досліджень показали, що засолення ґрунту чинить негативний вплив на морфологічні показники верби прутувидної. Проте, ступінь цього впливу залежить від рівня засолення. При низьких рівнях засолення верба прутувидна демонструвала певну

стійкість завдяки морфологічним та фізіологічним адаптаціям. Зокрема, спостерігалось незначне зменшення площі листкової пластинки, водночас як фотосинтетична активність залишалась на достатньо високому рівні. Збільшення тривалості стресу призводить до зростання вмісту хлорофілу a та b , а також загального хлорофілу $a+b$. Кількість каротиноїдів зменшується зі збільшенням тривалості стресу, особливо при використанні вищої концентрації солі. Це свідчить про незначний, але присутній негативний вплив засолення на продукування пігментів у верби прутувидної. Наявність NaCl у середовищі спричинило активний синтез та накопичення проліну, що свідчить про відповідь рослин на засолення. Реакція рослин на засолення змінюється залежно від тривалості впливу стресового чинника та його концентрації. В результаті досліджень встановлено, що засолення негативно впливає на морфологічні та фізіологічні показники рослини верби прутувидної. Проте, зважаючи на результати досліджень верба прутувидна має значні перспективи для розвитку у сфері фітореMediaції забруднених ґрунтів різними речовинами, зокрема солями, і може бути ефективним інструментом у зусиллях з відновлення природного середовища та поліпшення якості ґрунту та водних ресурсів.

Савера К., Рогач В.

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ЛИСТКОВИЙ АПАРАТ КВАСОЛІ

*Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21001, Україна
e-mail: krisavera2604@icloud.com*

Savera K., Rogach V. INFLUENCE OF GROWTH STIMULATORS ON THE LEAF APPARATUS OF BEAN. The influence of foliar treatment of 1-NAA, GA₃ and 6-BAP on the growth, development and productivity of common bean variety Skorospilka was studied. GA₃ and 6-BAP enhanced the linear growth of beans, and under the influence of 1-NAA, a tendency to its decrease was observed. All growth regulators increased the number of leaves per plant, dry leaf mass, leaf surface area, leaf stand index, and leaf blade thickness. 1-NAA and 6-BAP increased the content of total chlorophyll in the leaf. The yield of seeds from the plant significantly increased only under the influence of 6-BAP, and after the application of GA₃, a tendency to decrease the yield was observed, and under the influence of 1-NAA, it significantly decreased.

Пізнання закономірностей онтогенезу рослин формує теоретичну базу для свідомого управління ростом та розвитком. Вирішальну роль при цьому відіграють регулятори росту рослин. До них належать природні та синтетичні сполуки, які активно впливають на обмін речовин, що

призводить до видимих змін у рості і розвитку. Серед них найбільш широко використовуються синтетичні стимулятори росту (Kuryata, 2016).

Досліджували вплив фоліарної обробки 1-нафтилоцтовою кислотою (1-НОК) гібереловою кислотою (ГК₃) та 6-бензиламінопурином (6-БАП) на ріст розвиток та продуктивність квасолі звичайної сорту Скороспілка. Рослини обробляли 0,005% 1-НОК, ГК₃ та 6-БАП у фазу бутонізації 02.07.2023 року за допомогою ранцевого оприскувача СО-12 «Marolex» (Польща). Рослини контролю обробляли водопровідною водою (АОАС, 2010).

Нами встановлено, що ГК₃ та 6-БАП збільшували лінійні розміри рослин квасолі на 17 та 13% відповідно, а за дії 1-НОК спостерігалася тенденція до зниження висоти (8%). Регулятори росту збільшували кількість листків на рослині. За дії 1-НОК, ГК₃ та 6-БАП максимальні значення кількості листків перевищували контрольний показник на 13, 26 та 8%, а на кінець досліджуваного періоду зростання відповідно становило 19, 29 та 6%. При цьому максимальна площа листя та листковий індекс насаджень за дії 1-НОК, ГК₃ та 6-БАП перевищували контроль на 50, 28 та 73% відповідно, а маса сухої речовини листків на 67, 14 та 25%. Ауксиновий, гібереліновий та цитокініновий стимулятори росту потовщували листкові пластинки квасолі на 9, 11 та 28%.

Вміст хлорофілу у листках суттєво впливає на продуктивність культурних рослин. 6-БАП підвищував вміст суми хлорофілів (a+b) у листках квасолі протягом вегетації на 10-28%, 1-НОК на 11-21% тоді як ГК₃ знижував їх вміст на 3-17%.

Зміни у листковому апараті посилювали накопичування маси сухої речовини цілої рослини. У період максимального накопичення вегетативної маси показник за дії ГК₃ перевищував контроль на 17%, а після обробки 1-НОК на 22%, а після застосування 6-БАП на 32%. На кінець досліджуваного періоду зростання становило 13, 12 та 18% відповідно. Аналіз динаміки чистої продуктивності фотосинтезу свідчить, що після застосування 1-НОК та 6-БАП показник перевищував контроль практично протягом усієї вегетації, а за дії ГК₃ лише у фазу цвітіння.

Різнонаправлені рістрегулятори оптимізували продуктивність культури квасолі сорту Скороспілка. Обробка стимуляторами росту 1-НОК, ГК₃ та 6-БАП збільшувала кількість стручків на рослині на 41, 21 та 25%. Разом з тим, кількість насінин в стручку за дії стимуляторів росту 1-НОК, ГК₃ та 6-БАП зменшувалася відповідно на 49, 33 та 8%. Таким чином, урожай насіння за обробки ГК₃ мав тенденцію до зниження (10%) тоді як після застосування 1-НОК вона достовірно зменшувалася (28%), а після дії 6-БАП достовірно зростала (15%).

Сопушинська Т.М., Романюк Н.Д.

**РОЛЬ ВНЕСЕННЯ БІОВУГІЛЛЯ У ФОРМУВАННІ
ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ: ВПЛИВ НА РІСТ,
ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ АПАРАТ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м.Львів 79005, Україна
e-mail: tetiana.sopushynska@lnu.edu.ua*

Sopushynska T., Romanyuk N. THE ROLE OF BIOCHAR APPLICATION IN THE FORMATION OF SPRING WHEAT PRODUCTIVITY: EFFECTS ON GROWTH, PHOTOSYNTHETIC APPARATUS AND YIELD. Wheat is one of the major cereal crops for food production worldwide and in Ukraine. Maintaining optimal soil fertility and mineral nutrition is crucial for achieving high yields, but these factors are continuously deteriorating due to anthropogenic activities. Biochar, a byproduct of biomass pyrolysis, is considered a potential soil amendment capable of reducing toxicity while improving fertility. It enhances the efficiency of fertilizer and nutrient utilization (P, K, Zn, Cu) and counteracts organic matter degradation. This study investigated the effect of 2% and 5% biochar application on growth parameters (plant height, fresh and dry mass), chlorophyll a and b content, and yield of spring wheat cultivar Oksamyt myroniv's'kyi under field and laboratory conditions. Results showed that biochar positively influenced growth traits, especially in the field, with the 5% treatment exhibiting the highest increase in photosynthetic pigments (18% for chlorophyll a and 22% for chlorophyll b) compared to the control. A direct correlation between biochar application and grain yield was observed, with 1.3-fold and 1.6-fold higher yields for 2% and 5% biochar, respectively, relative to the control. Overall, biochar amendment improved morphometric parameters, chlorophyll content, and yield of the spring wheat cultivar.

Пшеницю (*Triticum sp.*) вважають однією з основних зернових продовольчих культур у світі (Sadaf et al., 2017). В Україні пшениця також посідає значні посівні площі, з яких близько 10% відводиться під вирощування пшениці ярої м'яких і твердих сортів. Важливим чинником отримання якісного врожаю є належні умови мінерального живлення рослин та якість ґрунту, які невпинно погіршуються внаслідок техногенної діяльності людини, а в умовах війни – і воєнних дій. Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми вважають внесення матеріалів, здатних знижувати токсичність і водночас підвищувати родючість ґрунту (Харитонов, 2023). Біовугілля (продукт піролізу біомаси) підвищує ефективність використання добрив і поживних речовин ґрунту, зокрема P, K, Zn і Cu, а також протидіє деградації органічної речовини (Khan et al., 2021). Його властивості визначаються: 1) високою пористістю та, відповідно, високою водоутримною здатністю;

2) високою катіонообмінною здатністю, що сприяє утриманню поживних речовин; 3) здатністю безпосередньо віддавати поживні речовини, вміст яких залежить від типу біовугілля; 4) здатністю бути середовищем існування корисних мікроорганізмів, які сприяють вивільненню та засвоєнню поживних речовин рослинами (Zheng et al., 2018). Дані щодо впливу застосування біовугілля на ріст і продуктивність пшениці у світі мають фрагментарний характер, а в Україні – відсутні.

Метою дослідження було вивчення впливу внесення біовугілля в ґрунт (2% та 5%) на ростові показники (висоту надземної частини, масу сирію та сухої речовини), вміст хлорофілів *a* і *b*, а також врожайність пшениці ярої сорту Оксамит миронівський. Рослини вирощували в польових і лабораторних умовах у чотирикратній повторності. Площа дослідної ділянки рандомізованого польового досліду, який виконували на базі Ботанічного саду Львівського національного університету імені Івана Франка, становила 2 м² (усіх разом - 24 м²). Насіння висівали за допомогою ручної сівалки, з розрахунку 33,2 г/м². Біовугілля вносили на етапі появи проростків, у міжряддя, з розрахунку 0,5 та 1,5 кг/м². Лабораторний вегетаційний дослід проводили у теплиці кафедри фізіології та екології рослин. Пшеницю вирощували у вегетаційних горщиках об'ємом 3 л, у кожен горщик вносила 2 кг ґрунту з додавання біовугілля (2% та 5%). Вміст хлорофілів у прапорцевих листках на етапі виходу в трубку визначали фотоколориметрично в спиртовому витязі. Ростові показники вимірювали загальноприйнятими методами на етапі куціння. Отримані результати опрацьовано статистично.

За попередніми результатами експериментів, проведених у лабораторних та польових умовах впродовж вегетаційного періоду 2023 року, внесення біовугілля в концентраціях 2% та 5% позитивно позначилося на ростових показниках, зокрема, висоті надземної частини, масі сирію та сухої речовини рослин, особливо у польових умовах. Найбільше зростання вмісту хлорофілів у прапорцевих листках, спостерігали в умовах польового експерименту у варіанті з внесенням 5% біовугілля, зокрема, зафіксовано збільшення на 18% вмісту хлорофілу *a* та на 22% – хлорофілу *b* у порівнянні з контролем. Виявлено пряму залежність між внесенням біовугілля у субстрат та врожайністю. Врожайність зерна в польових умовах у варіанті з внесенням 2% біовугілля була вищою в 1,3 раза, порівняно з контролем, а у варіанті з 5% біовугілля – в 1,6 рази.

Отже, внесення різних доз (2% та 5%) деревного біовугілля в ґрунт призвело до покращення морфометричних показників та підвищення загального вмісту фотосинтетичних пігментів, що зрештою позитивно позначилося на загальній врожайності пшениці ярої сорту Оксамит миронівський.

Теглівець С.Я., Романюк Н. Д.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОВУГІЛЛЯ В КОНТЕКСТІ
СТАЛОГО ВИРОЩУВАННЯ ПОЛУНИЦЬ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів 79005, Україна
email: Stepan.Tehlivets@lnu.edu.ua*

Tehlivets S., Romanyuk N. P PROSPECTS FOR BIOCHAR USE IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE STRAWBERRY CULTIVATION. The cultivation of garden strawberries (*Fragaria × ananassa* Duchesne) depends on soil quality, disease prevalence, and climate changes. Studying the use of biochar for managing strawberry plant growth and resilience is a promising research direction to optimize their cultivation. The application of biochar as a fertilizer and soil amendment increases fertility, promotes mycorrhizal formation, enhances resistance to pathogens, and improves yield, but data on its influence on strawberries under Ukrainian conditions are limited.

Вирощування суниць садових, або полуниць, (*Fragaria × ananassa* Duchesne) – є однією із важливих складових рослинництва в Україні та світі, яке залежить від якості ґрунтових умов, поширення хвороб та кліматичних змін. Вивчення фізіологічних засад керування ростом і стійкістю рослин, зокрема, з використанням біовугілля, розглядають як перспективний напрямок досліджень з метою оптимізування умов вирощування полуниць. Біовугілля, твердий побічний продукт піролізу біомаси, вносять як добриво і/або поліпшувач структури ґрунту при вирощуванні багатьох важливих культур. Його пориста структура забезпечує кращу аерацію та вищу водоутримну здатність ґрунту (Gluba et al., 2021). Окрім цього, внесене біовугілля виступає як резервуар основних поживних речовин, воно додатково запобігає їх вимиванню (Seyedsadr et al., 2022) й підвищує доступність для рослин. Таким чином, у підсумку підвищується родючість ґрунту (Sen et al., 2021; Bolan et al., 2024). Водночас, у контексті сталого розвитку, перетворюючи Карбон біомаси у стабільну форму, біовугілля не лише сприяє зменшенню викидів парникових газів, а й підтриманню здоров'я ґрунту. Метою нашої роботи було опрацювання даних літератури, реферованих міжнародними наукометричними базами, які стосуються фізіологічних аспектів застосування біовугілля при вирощуванні суниць і інших ягідних культур.

Упродовж 2019-24 рр. за ключовими словами “біовугілля” і “ріст рослин” виявлено більше 3000 публікацій, в основному присвячених стійкості рослин до несприятливих чинників середовища. Тоді як лише 11 наукових праць, реферованих Scopus, присвячені впливу біовугілля на мінеральне живлення суниць, їхню мікоризацію, стійкість до грибкових захворювань і якість плодів. Так, за даними Song et al., (2023) внесення

в ґрунт біовугілля в концентраціях 5 і 10 т/га збільшує висоту рослин полуниць, діаметр їхніх стебел, а також суттєво підвищує врожайність. Біовугілля сприяє формуванню мікоризи (Chiomento, 2021) завдяки чому в рослин збільшується об'єм кореневої системи та покращується забезпечення Калієм і Фосфором наземних частин (Amery et al., 2021). Показано, що біовугілля має позитивний вплив на захист плодів полуниць від *Botrytis cinerea*, змінюючи ризосферний мікробіом (De Tender et al., 2021). Оpubліковані дані фрагментарні, а дані, що стосуються впливу біовугілля на ріст і врожайність полуниць в ґрунтово-кліматичних умовах заходу України відсутні взагалі, що свідчить про актуальність досліджень цього напрямку. В підсумку спрямовані на створення теоретичного підґрунтя для забезпечення продовольчої безпеки, екологічної стабільності та економічної доцільності.

Чернікова Н.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЗНАЧЕННЯ ТИТАНУ ДЛЯ ІМУНІТЕТУ РОСЛИН

*Національний ботанічний сад імені М.М.Гришка НАН України
вул.Тимірязєвська, 1, м.Київ, 01014, Україна
e-mail: nina95273@gmail.com*

Chernikova N. MODERN ASPECTS OF THE IMPORTANCE OF TITANIUM FOR PLANT IMMUNITY. The main goal is to show the positive role of titanium and its compounds on the plant organism and its vital activity. It has been established that titanium has a positive effect on plant growth and productivity, stimulates enzyme activity, exhibits antimicrobial properties, photosynthesis and plant biomass, increases stress resistance and improves quality and yield. Finally, it was shown that titanium and its compounds have a positive effect on all plant life processes and improve their immune system.

На даний час постало важливим питання підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища. У зв'язку з погіршенням стану навколишнього середовища на самі рослини ненормовано діють біологічні, фізичні та хімічні чинники. Тому варто зробити огляд факторів стійкості різних життєвих форм рослин на біохімічному рівні.

Серед хімічних сполук, які накопичуються в різних частинах рослин та відіграють важливу роль в адаптації до несприятливих факторів, слід приділити увагу титану та його сполукам. Відомо, що титан – це хімічний елемент з атомним номером 22, відноситься до найпоширеніших важких металів. Кількісний вміст цього елемента у рослинах коливається від 1 до 578 мг/кг із середнім значенням 33,4 мг/кг (Shiheng Lyu et al., 2017). Титан – це ключовий біостимулятор росту рослин, що забезпечує їх стресостійкість, хоча деякі вчені не відносять його до елементів життя.

Вчені зазначили, що титан та його хелатні сполуки позитивно впливають на ріст та продуктивність рослин, а саме: сприяють проростанню насіння, покращують поглинання коренями поживних елементів, стимулюють активність ферментів, проявляють антимікробні властивості, регулюють гомеостаз Феруму, збільшують біосинтез хлорофілу, фотосинтез та біомасу рослин, підвищують стійкість до стресу та покращують якість врожаю. Проте у високих концентраціях, понад 50 мг/кг, викликають фітотоксичність рослинного організму, зниження росту рослин і врожайності (Ashley Cox et al., 2016).

Дослідження показали, що титан та його сполуки мають найменшу кумулятивну здатність в рослинах серед низки важких елементів, його застосування є менш шкідливим у цитотоксичному відношенні (Kuraieva I., Splodytel A., 2020).

Титан позитивно впливає на рослини у боротьбі з хворобами, на проростання, утворення коренів, вегетативний ріст, дозрівання та стійкість до біотичних або абіотичних стресових умов і якість врожаю (Rajesh Kumar Singhal et al., 2022).

Також показано, що застосування 100 мг/л нано-частинок оксиду титану пом'якшило негативні ефекти спричинені засоленням ґрунту, поліпшило агрономічні властивості загалом, причому зросла антиоксидантна ферментна активність, значно знизилася концентрація гідроген пероксиду та зріс вміст ефірних олій у рослині (Gholamreza Gohari et al., 2020).

Отже, дослідження показали, що титан та його сполуки позитивно впливають на всі процеси життєдіяльності рослин, підвищують їх імунний стан. При високих дозах застосування титан викликає цитотоксичний ефект, проте порівняно з іншими важкими металами є безпечнішим у застосуванні. Титан покращує всі агрономічні характеристики та підвищує врожайність.

Шкоропад О., Романюк Н.

КОРЕКЦІЯ ВОДНОГО СТРЕСУ У РОСЛИН ПШЕНИЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ PGPB: ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: Olena.Shkoropad@lnu.edu.ua*

Shkoropad O., Romanyuk N. CORRECTION OF WATER STRESS IN WHEAT PLANTS USING PGPB: PHYSIOLOGICAL ASPECTS. Wheat is one of the main grain crop grown worldwide. It is a valuable source of starch, energy and nutrients for the human body. Drought is one of the most important stress factors in wheat plants which affects growth, development, photosynthesis, osmotic and oxidative status, phytohormonal balance, etc. One of the relatively in-

expensive and perspective approaches to increasing the abiotic stress resistance is the use of PGP bacteria in agriculture. The purpose of this study was to evaluate the results of current scientific data on the use of PGP bacteria to overcome drought stress in wheat plants.

Пшениця є основним продуктом харчування і відповідно цінним джерелом крохмалю, енергії та поживних речовин для організму людини. Попит на неї підвищується зі зростанням населення на планеті. Це передбачає серйозні проблеми для сільськогосподарського сектора щодо забезпечення доступності продовольства (Nezhadahmadi, 2013; Awulachew, 2020). Очікується, що зміна клімату посилить суворість екстремальних погодних умов, що може вплинути на виробництво сільськогосподарських культур у всьому світі.

Ключовою проблемою для росту рослин є глобальний дефіцит води. Посуха є одним із найбільш поширених серед усіх абіотичних факторів стресу. Її інтенсивність зростає з кожним днем, особливо в регіонах з малою кількістю опадів. Вона вражає як розвинені країни, так і країни, що розвиваються. Пшениця та інші культурні рослини постійно піддаються впливу абіотичних стресових чинників, зокрема посухи, які викликають різні морфологічні та фізіологічні зміни в рослинах, що спричиняє зниження їх росту та врожайності (Nisa, 2019; Seleiman, 2021).

Для підвищення посухостійкості сільськогосподарських культур використовують різноманітні стратегії, включаючи традиційні методи селекції та генну інженерію. Проте, як відносно проста і перспективна альтернативна стратегія – використання вільноживучих бактерій, що стимулюють ріст рослин (PGPB). PGPB – це група корисних ґрунтових бактерій, які покращують ріст і підвищують посухостійкість рослин. Такі бактерії можуть асоціюватися з корінням рослин як ендofіти або на поверхні коренів як ризоплан, або в зоні ґрунту як ризосфера (Vurukonda, 2016; Chieb, 2023).

PGP бактерії використовують різні способи для подолання посухового стресу. Зниження рівня етилену 1-аміноциклопропан-1-карбоксилат (ACC) дезаміназою є одним із основних механізмів, що використовуються бактеріями PGP для сприяння росту рослин в умовах стресу. Виробництво екзополісахаридів (EPS) теж може відігравати важливу роль у підтримці росту рослин та зміні структури ґрунту в умовах посухи (Chen, 2017; Пуяс, 2020). Крім того, PGPB можуть підвищити стійкість рослин до стресу шляхом регуляції накопичення осмолітів, зокрема проліну, амінокислот та цукрів (Omara, 2018). Загальний вміст хлорофілу за впливу ризобактерій збільшується, що вказує на стабільну роботу фотосинтетичного апарату рослин. PGP бактерії здатні виробляти антиоксидантні ферменти, (супероксиддисмутазу (SOD), каталазу (CAT) і пероксидазу (POD)), які

детоксикують активні форми кисню (ROS), що утворюються за умов стресу (Chen, 2017; Sood, 2020).

Також дані досліджень вказують, що рослини, оброблені різними штамми PGP бактерій, показали швидше накопичення біомаси, більшу площу листків, довші і більш опушені корені; насіння, що було інокульоване бактеріальними штамми, показало високий відсоток схожості (Timmusk, 2014; Asghar, 2015).

Таким чином, узагальнюючи дані досліджень та дані літератури, можна припустити, що застосування ріст-стимулювальних бактерій (PGPB) є багатобіляючим напрямком для вирішення проблем посухи та для підвищення продуктивності сільського господарства.

Akhmedova V., Lysenko O.

ANTIOXIDANT AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENT CONTENT IN
ASSIMILATION ORGANS OF AMARYLLIDACEAE SPECIES HELD
IN THE COLLECTION OF THE KRYVYI RIH BOTANICAL GARDEN,
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

*Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine
50, Botanichna St., Kryvyi Rih, 50089, Ukraine
e-mail: etoyavictoria@gmail.com*

The Amaryllidaceae family is represented in the world flora by approximately 80 genera and 1,600 species (Scobeyeva, 2021). Representatives of the family are widespread throughout the world, mainly in tropical and warm regions such as Brazil, Argentina, Mexico, Sudan and Senegal. In Ukraine, there are interesting representatives of this family for us. The plants of this family are known for their unique alkaloid and antioxidant compounds. In particular, Amaryllidaceae alkaloids belong to acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibitors, and can also exhibit antitumor, antifungal, antibacterial, antiviral, and antimalarial properties (Havelek et al., 2017; Tallini et al., 2021). Therefore, the study of the content of biologically active compounds, particularly antioxidants, in representatives of this family and the functioning of the photosynthetic system by assessing the content of the main and auxiliary pigments of photosynthesis is important. Of the species with ranges in Ukraine, representatives of the genera *Galantus* and *Leucojum* were interesting for us.

Galantus nivalis, *Galantus plicatus*, *Leucojum vernum* and *Leucojum aestivum*, which were used in our research, are represented in the collection funds of the Kryvyi Rih Botanical Garden of the NAS of Ukraine. Leaves selected for analysis were in the fruit-setting phase. The amount of glutathione was determined spectrophotometrically according to the modified method of E. Beutler by reaction with 5',5'-dithiobis-2-nitrobenzoic acid (Gryshko, 2002), ascorbic acid and the sum of oxidized forms of ascorbic acid (dehydroascorbic acid and 2,3-diketogulonic acid) – spectrophotometrically (Pachla et al.,

1985), pigments – spectrophotometrically after dimethyl sulphoxide extraction (Wellburn, 1994).

The obtained results indicate that the highest content of glutathione (61.5 $\mu\text{M/g}$ FW) was in the leaves of *G. plicatus*, in the leaves of *G. nivalis* it was smaller by 33%. *L. vernum* had the lowest content of glutathione (20.8 $\mu\text{M/g}$ FW), whereas in the leaves of *L. aestivum* it was – 32.9 $\mu\text{M/g}$ FW. Determination of the content of ascorbic acid in the leaves showed that it was synthesized the most in *L. aestivum* (212.7 $\mu\text{g/g}$ FW), that is, 1.7 times more than in *L. vernum* and 2 times more than in *G. plicatus*. The leaves of *G. nivalis* contained this antioxidant 152.7 $\mu\text{g/g}$ FW. Determining the amount of oxidized forms of ascorbic acid showed that the most of them were contained in the leaves of *G. plicatus* (557.6 $\mu\text{g/g}$ FW), while in other species their concentration ranges from 424.1 to 449.6 $\mu\text{g/g}$ FW. Analyzing the obtained results, it can be stated that a greater amount of glutathione is observed in the species of the genus *Galantus*, while the content of ascorbic acid in the leaves is an indicator that varies significantly in the species of the genera *Galantus* and *Leucojum*. One of the indicators of the intensity of photosynthesis in plants is the amount of the main and auxiliary photosynthetic pigments, which along with other factors, affects the accumulation of biomass by plants. The content of carotenoids as auxiliary pigments of photosynthesis and components of the antioxidant system in plants was much higher in *G. nivalis* and *L. vernum* (0.51; 0.53 mg/g FW), the lowest amount was determined in *G. plicatus* (0.17 mg/g FW), while in *L. aestivum* it was – 0.32 mg/g FW. The content of chlorophyll *b* in species of the genus *Leucojum* significantly exceeded its amount in species of the genus *Galantus*. For example, in the leaves of *L. aestivum*, the amount of chlorophyll *b* was 1.12 mg/g FW while in *G. nivalis* it was – 0.33 and in *G. plicatus* – 0.55 mg/g FW. Analysis of the results of determining the content of chlorophyll *a* in all species allows us to state that it is stable and does not differ significantly. In species of the genera *Galantus* and *Leucojum*, the amount of chlorophyll *a* ranges from 0.72 to 0.89 mg/g FW. Summarizing the obtained results, it is possible to state a significant specificity of species of the genera *Galantus* and *Leucojum* regarding the accumulation of antioxidants and auxiliary and main pigments of photosynthesis.

Pasyutin S.

PHYSIOLOGICAL RESISTANCE AND CHANGES IN THE PHOTOSYNTHETIC SYSTEM IN HERBACEOUS PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF HEAVY METAL IONS

*Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine
50, Botanichna St., Kryvyi Rih, 50089, Ukraine
e-mail: serpip6@gmail.com*

In recent years, the number of scientific publications dedicated to the study of the role of elements, which today are considered non-essential, has increased

significantly (Cd, Cr, etc.) on the growth and development of plants, because they are the main source of heavy metals entering the human body (Braunauer, 2022). Therefore, the aim of the work was to study the impact of metal ions, which are highly dangerous (Cd, Zn) and moderately dangerous (Cr, Ni) on the initial stages of juvenile development of herbaceous plants in various combinations. Laboratory experiments were conducted with *Pisum sativum* (“Samsom”, “Adagumskiy” and “Glyns”), provided by the Yuriev Plant Production Institute of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine) in variants: control (distilled water); 10 MPC Cd²⁺ + Ni²⁺ + Zn²⁺ + Cr⁶⁺; 5 MPC Cd²⁺ + Ni²⁺ + 10 MPC Zn²⁺ + Cr⁶⁺; 5 MPC Cd²⁺ + Cr⁶⁺ + 10 MPC Zn²⁺ + Ni²⁺; 10 MPC Cd²⁺ + Ni²⁺ + 5 MPC Zn²⁺ + Cr⁶⁺. In the experiments, it was assumed that MPC Ni²⁺ – 4; Zn²⁺ – 23; Cd²⁺ – 0,3 and Cr⁶⁺ – 6,0 mg/l. Determination of germination energy and seed germination was carried out according to DSTU 4138-2002. Inhibition of the growth of the main root was evaluated by the indicator root index (RI) and length (Wilkins, 1978). The content of photosynthetic pigments was determined in 10-day-old seedlings “Adagumskiy” and “Glyns”, which were grown for 10 days on a nutrient medium of Hoagland & Snyder, and then grown for 68 hours with the addition of heavy metal ions in the above concentrations, spectrophotometrically after extraction with dimethyl sulphoxide (Wellburn, 1994).

At the initial stages of seed germination, a different pattern of the influence of heavy metal ions on germination was observed. Indeed, when Zn was at the maximum concentration, an increase in the energy index of seed germination was observed in “Glyns” by 12%, while Cd in the maximum concentration suppressed it by 16%. For other varieties, in all versions, only inhibition of the seed germination rate was observed. The least suppression of seed germination was established in “Glyns” (by 14% compared to the control), while in “Adagumskiy” and “Samsom” – up to 43%. In “Samsom” there was 17% more suppression of seed germination in the variants when Cd²⁺ was in the maximum concentration compared to the options with Zn²⁺. Indicators of the seed germination rate also changed similarly. Determination of phytotoxicity of various combinations of metal ions showed that in “Adagumskiy”, and “Samsom” varieties when highly dangerous metals were in the maximum concentration, a decrease in root length was observed by 59-79%, while in “Glyns” – up to 47%. This indicates the greater physiological resistance of the last variety to the combined action of ions. Also in “Glyns” a greater phytotoxic effect was clearly manifested in the variants of experiments when Cd²⁺ was at the maximum concentration (RI 0,44 – 0,52) in comparison with Zn²⁺ (RI 0,65 – 0,73) while in “Adagumskiy” and “Samsom” in the corresponding versions, such an effect was not observed. That is, “Glyns” was more resistant to high concentrations of heavy metals compared to the other varieties.

Determination of changes in the content of the main pigments in the seedling leaves of “Glyns” showed the absence of a significant effect of certain

combinations of heavy metal ions. Indeed, when Cd^{2+} and Zn^{2+} were at the maximum concentration, the content of chlorophyll *a* decreased by 17–24%, and the content of the auxiliary pigments of photosynthesis increased by 20%. Whereas, in “Adagumskiy” a greater reduction in the chlorophyll *a* content was observed in the variants of experiments when Cd^{2+} was at the maximum concentration (to 38%). A similar trend was observed in the decrease in the amount of chlorophyll *b*, and up to 43% in the content of carotenoids.

The conducted studies indicate the different physiological resistance of pea varieties to the combined action of ions of cadmium, zinc, chromium (VI) and nickel seedlings. The variety “Glyns” showed the greatest resistance which manifested itself in smaller changes in the indicators of seed germination, the length of the main root, and the main and auxiliary pigments of photosynthesis. It is also proven that the maximum concentrations of Cd^{2+} have a greater negative effect on pea seedlings than Zn^{2+} .

**Piekutowska M.¹, Osadowski Z.¹, Firlong-Lauda O.², Diemientiew G.³,
Ziomek-Opalińska E.², Czech L.⁴, Ławrenowicz K.⁵, Urbański H.⁵**

INNOVATIVE SOLUTIONS IN CROP PRODUCTION:
RESEARCH INTO BIOCOMPONENT-TREATED SEEDS
AS PART OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

¹*Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk,
22a Arciszewskiego Str., 76-200 Słupsk, Poland;*

²*Laboratory Support Section, Pomeranian University in Słupsk, Poland;*

³*Institute of Security and Sociology, Pomeranian University in Słupsk, Poland;*

⁴*AgroWe App Ltd, Parczew, Poland;*

⁵*Nasiona Ławrenowicz, Podgóry, Poland;*

e-mail: magdalena.piekutowska@upsl.edu.pl

The purpose of this article is to present an innovative research project conducted at the Pomeranian University in Słupsk, which focuses on the development of seeds treated with biocomponents, polymers and nanoparticles, entitled: “Innovations in Polish Seed”. As part of the research, innovative experiments are being carried out at the Pomeranian University in Słupsk to develop a novel seed dressing that provides effective plant protection against pathogens. The research involves using a variety of biocomponents to create a mixture that not only protects plants but also minimises negative environmental impacts. Ingredients used in the research include ground turmeric, ground chilli pepper, nanocolloidal silver, copper and silicon, and a polymer as a mortar binder. It is expected that the use of such a mordant will help reduce the use of fungicides and have a positive impact on the environment.

Research is being carried out under both laboratory and field conditions. Laboratory analyses make it possible to evaluate the effectiveness of the mortar in terms of germination power, growth capacity and precision of seed coverage

with the mortar. On the other hand, field studies include extensive analysis of the effects of the mortar on plants and the environment under actual crop conditions. In addition, an analysis of soil abundance is envisaged, which is essential for assessing the durability of a seed treatment and understanding its impact on plants.

The implementation of innovative solutions in the Polish seed industry could contribute to a revolution in agriculture aimed at reducing the use of crop protection products as much as possible. However, in order to ensure efficacy and safety of application, detailed research is needed, both in the laboratory and in the field. The development of seeds treated with an innovative mixture aims to provide sustainable crop protection from sowing to harvest, while minimising residues in the crop. This is a step towards sustainable agriculture that can benefit both the environment and farmers by increasing crop efficiency and yield quality.

It is worth mentioning that the research on innovative seed dressings is carried out in a consortium, i.e. AgroWe is the leader of the project, a team from the Pomeranian University in Słupsk is responsible for the implementation of scientific research and material support, the operating group “Nasiona Ławrenowicz” provides the research area, materials and means of production.

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН, БІОМЕДИЦИНА HUMAN AND ANIMALS PHYSIOLOGY, BIOMEDICINE

Байлюк М., Гнатчук І., Король Т., Бичкова С.
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ФІЗІОЛОГІЧНОГО ТРЕМОРУ
ТА РІВНЯ ТРИВОЖНОСТІ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: bailiukmaxym@gmail.com*

Bayliuk M., Gnatchuk I., Korol T., Bychkova S. THE RELATIONSHIP OF PHYSIOLOGICAL TREMOR AND LEVEL OF ANXIETY. Tremors caused by anxiety are known as enhanced physiologic tremor. The purpose of the work was to study the relationship between tremor and the level of anxiety of individuals, which was determined using a questionnaire. It was established that tremor amplitude correlates with anxiety only in individuals with high scores on the questionnaire. The frequency of tremor is related to the level of anxiety in all individuals, and as anxiety increases, the level of correlation also increases, and in individuals with a high level of anxiety, an inverse correlation with the frequency of left hand tremor was found.

Фізіологічний тремор – це тремор низької амплітуди, який ледь помітно неозброєним оком та не відчувається людиною. Посилений фізіологічний тремор може бути спричинений стресом та тривогою. Цей стан зазвичай триває до закінчення реакції на стрес – кілька секунд або кілька хвилин. Важливо з'ясувати рівень фізіологічного тремору в осіб з різним рівнем тривожності. Метою роботи було дослідити зв'язок між частотою і амплітудою тремору у стані спокою та рівнем тривожності осіб, який визначали на основі анкетування. У дослідженні взяли участь 15 студентів 3-го курсу біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. Тремор вимірювали методом акселерометрії у стані спокою. Для визначення тривожності використовували апробований опитувальник DASS 21.

Встановлено, що в осіб з низьким рівнем тривожності (2–5 балів) спостерігався тремор лівої руки у стані спокою амплітудою $0,21 \pm 0,02$ мм, а для правої руки $0,31 \pm 0,05$ мм, що не корелював з рівнем тривожності ($r_{\text{правої}} = -0,13$; $r_{\text{лівої}} = 0,19$; $n=5$). У групі осіб із середнім рівнем тривожності (7–8 балів) амплітуда тремору правої руки в стані спокою становила $0,35 \pm 0,06$ мм, а лівої руки – $0,36 \pm 0,03$ мм. У цій групі продемонстровано наявність прямого кореляційного зв'язку між рівнем тривожності та амплітудою тремору для лівої руки ($r=0,6$; $n=6$) та обернено пропорційного зв'язку між тривожністю та амплітудою тремору спокою для правої руки ($r=-0,4$; $n=6$). У групі з високою та надзвичайно високою тривожністю (10–19 балів) спостерігали зменшення амплітуди тремору до $0,25 \pm 0,03$ мм

для лівої руки, що сильно корелювало з рівнем тривожності ($r=0,75$; $n=6$). Однак на правій руці амплітуда тремору спокою зростала у групі тривожних осіб до $0,70\pm 0,40$ мм та прямо пропорційно залежала від рівня тривожності, визначеного за опитувальником ($r=0,99$; $n=6$). Частота тремору лівої руки склала $8,28\pm 0,52$ Гц у осіб з нормальним чи помірним рівнем тривожності (2–5 балів). У цій групі осіб ми встановили наявність сильного кореляційного зв'язку між рівнем тривожності та частотою тремору лівої руки ($r=0,84$; $n=5$). Для правої руки частота тремору становила $9,11\pm 0,59$ Гц у цій групі, що також сильно корелювало з тривожністю ($r=0,76$; $n=5$). У групі з середнім рівнем тривожності (7–8 балів) кореляція частоти тремору лівої руки $9,02\pm 0,19$ Гц з рівнем тривожності була слабшою ($r=0,34$; $n=6$), ніж у групі осіб з нормальним та помірним рівнем тривожності. Для правої руки цей частота тремору спокою у цій групі становила $8,09\pm 0,19$ Гц. В осіб з найвищими балами за рівнем тривожності (10– балів) частота тремору лівої руки була нижчою порівняно з попередньою групою ($8,41\pm 0,55$ Гц) та обернено пропорційна до рівня тривожності ($r=-0,77$; $n=6$). Для правої руки частота тремору становила $9,22\pm 0,61$ Гц у групі тривожних осіб, що слабо корелювало з рівнем тривожності ($r=-0,31$; $n=4$).

Таким чином, максимальна амплітуда тремору в стані спокою спостерігалась на правій руці в осіб з найвищим рівнем тривожності, що сильно корелювало з рівнем тривожності. Частота тремору корелювала з рівнем тривожності в усіх досліджуваних осіб і сила зв'язку зростала зі підвищенням тривожності. В осіб з високим рівнем тривожності виявлено обернений кореляційний зв'язок з частотою тремору на лівій руці.

Балацький В., Байляк М., Господарьов Д., Лушак В.

**ДОВГОТРИВАЛІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ МИШЕЙ ПІСЛЯ
ВИКЛИКАННЯ СИМПТОМІВ, СХОЖИХ ДО ПТСР**

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

вул. Шевченка, 57, Івано-Франківськ, 76018, Україна

e-mail: vitalii.balatskyi@pnu.edu.ua

Balatskyi V., Gospodaryov D., Bayliak M., Lushchak V. LONG-TERM CHANGES IN MICE AFTER INDUCING PTSD-LIKE SYMPTOMS. Post-traumatic stress disorder (PTSD) is a mental condition that can develop after experiencing a traumatic event. This study investigated long-term behavioral and biochemical changes in mice subjected to restraint stress, social isolation, and cat vocalization to model PTSD. Open field test showed that all stressors led to anxiety-like behavior in mice. Socially isolated mice had higher interleukin-1 β levels, while mice in restraint and cat sound groups showed lower paraoxonase activity in blood plasma. However, no significant changes in antioxidant status were observed in the mouse brain. Overall, different stressors induced distinct behavioral and peripheral biochemical alterations resembling PTSD symptoms.

Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР) – це психічний розлад, що може розвинутиися після переживання травматичної події. Окремі дослідження показують, що ПТСР може супроводжуватися розвитком запалення та оксидативного стресу. Моделі ПТСР на лабораторних тваринах, зокрема мишах, є важливим інструментом для вивчення цього розладу. Метою нашої роботи було оцінити поведінкові та біохімічні зміни у мишей за впливу таких стресових чинників як тривале знерухомлення, соціальна ізоляція та стрес, пов'язаний із загрозою хижака, які вважаються надійними моделями індукції ПТСР.

У дослідженні використовували 6-місячних самців мишей лінії C57BL/6J. Їх було розділено на 4 групи: 1) контроль – миші не піддавалися жодним стресовим чинникам; 2) група знерухомлення – миші 2 години утримувались нерухомо у спеціальних флаконах з отворами для дихання; 3) група звукового впливу (імітація присутності kota) – мишам вмикали звук нявкання kota на 15 хв; 4) група соціальної ізоляції – миші розміщувались у домашніх клітках по одній на час експерименту. Тест «відкритого поля» миші проходили на 10 або 11 день для груп, що піддавались звуку та знерухомленню, і через чотири тижні для групи на соціальній ізоляції. Ще через 4 тижні миші проходили цей тест повторно. Через 5 місяців після впливу стресорів миші піддавались евтаназії для відбору крові та органів для біохімічних визначень.

За тестом «відкрите поле» суттєвої різниці у руховій активності між групами не було виявлено. Миші, що піддавались стримуванню та соціальній ізоляції, проводили на 46% та 49% менше часу в центральних квадратах арени відносно контролю, але не миші, що чули звук нявкання kota. Зменшення часу проведеного у центральних квадратах відкритого поля свідчить про підвищену тривожність. Натомість, у мишей що, слухали звуки нявкання kota, відбувалось достовірно більше актів дефекації, що також може свідчити на наявність стресу та тривоги. Проте при повторному тестуванні у відкритому полі миші не проявили цих змін у поведінці, що може свідчити про падіння інтересу до дослідження арени. У плазмі крові соціально ізольованих мишей був вищий рівень інтерлейкіну 1 β , у мишей групи знерухомлення та звукового впливу була менша активність параоксонази, а у соціально ізольованих та групи звукового впливу була менша активність мієлопероксидази, порівняно з контрольною групою. Активність глутатіон-S-трансферази, НАД(Ф)Н-хіноноксидоредуктази та рівень пероксидів ліпідів у корі головного мозку достовірно не відрізнялися від контрольної групи.

Отже, тривале знерухомлення, соціальна ізоляція та нявкання kota викликають тривожну поведінку та деякі біохімічні зміни у крові у мишей, проте у мозку мишей змін у антиоксидантному статусі виявлено не було.

Бачинська Л., Сербин Л., Гнатчук І., Бичкова С., Король Т.

**ВПЛИВ НАВЧАЛЬНОГО СТРЕСУ НА ПОКАЗНИКИ
ФІЗІОЛОГІЧНОГО ТРЕМОРУ КИСТІ ОСІБ ЖІНОЧОЇ СТАТІ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: bachynskaluda@gmail.com*

Bachynska L., Serbyn L., Hnatchuk I., Bychkova S., Korol T. INFLUENCE OF LEARNING STRESS ON INDICATORS OF PHYSIOLOGICAL HAND TREMOR IN FEMALES. The frequency and amplitude of tremor of the right and left hands of female students majoring in «Biology» did not differ before the control work compared to the usual educational process. A strong direct correlation was established between the heart rate and the amplitude of the right hand in the postural position ($r=0.75$) under the influence of educational stress.

Стрес є причиною появи посиленого фізіологічного тремору (Crawford P. et al., 2018). Навчальна діяльність сама по собі є напруженою та стресогенною (Haldorsen, 2014), особливо у період написання модульних контрольних робіт чи складання іспитів. Тому ми вирішили дослідити, як змінюватимуться показники фізіологічного тремору кисті студенток безпосередньо перед модульною контрольною роботою. У дослідженні взяли участь 14 студенток біологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка віком 19–20 років. Обстежувані не вживали каву чи міцний чай, не займалися важкою фізичною працею перед дослідженням. Усі студентки були праворукі. Частоту і амплітуду тремору реєстрували у положенні кисті руки долонею донизу, а також у двох позиціях – у спокої (кисть вільно звисала з опорної поверхні) та у постуральному стані (кисть була розміщена паралельно опорній поверхні). Дослідження проводили за допомогою акселерометра MPU6050 (InvenSense, Китай). Тремор, спричинений згинанням-розгинанням променево-зап'ясткового суглоба, реєстрували навколо фронтальної осі (вісь z акселерометра). Безпосередньо перед реєстрацією тремору вимірювали артеріальний тиск (АТ) та визначали частоту серцевих скорочень (ЧСС).

Усереднені показники AT_{\max} , AT_{\min} , а також ЧСС практично не відрізнялися у дні написання модульних контрольних робіт та у звичайні навчальні дні.

У стані спокою частота фізіологічного тремору правої та лівої руки за відсутності контрольних робіт становила $8,92 \pm 0,33$ та $8,15 \pm 0,26$ Гц відповідно. Безпосередньо перед модульним контролем частота тремору становила $8,47 \pm 0,32$ та $8,01 \pm 0,21$ Гц відповідно для кистей правої і лівої руки. У стані спокою амплітуда фізіологічного тремору правої руки становила $0,44 \pm 0,12$ мм, а лівої руки – $0,27 \pm 0,04$ мм у день, коли не було модульних контрольних робіт. Перед контролем знань амплітуда тремору

правої руки зменшилася на 41% і становила $0,26 \pm 0,03$ мм, проте ці зміни виявилися недостовірними. Переведення кисті у постуральну позицію не зумовило статистично-достовірних змін частоти та амплітуди тремору правої і лівої рук ні у день контрольної роботи, ні у звичайний навчальний день.

У день, коли не було контролю знань, спостерігали слабку кореляцію між частотою тремору правої та лівої руки у постуральній позиції та ЧСС ($r=0,37$ та $r=0,36$ відповідно), а також між частотою тремору правої руки та AT_{\max} і AT_{\min} ($r=-0,34$ та $r=0,27$ відповідно). Перед контрольною роботою встановили обернений кореляційний зв'язок середньої сили між ЧСС та частотою тремору правої руки у спокої та в постуральній позиції ($r=-0,60$ та $r=-0,70$ відповідно), між ЧСС і частотою тремору лівої руки у постуральній позиції ($r=-0,53$), між AT_{\max} , AT_{\min} та амплітудою тремору правої руки у стані спокою ($r=-0,62$ та $r=-0,63$ відповідно). Сильну пряму кореляцію спостерігали між ЧСС та амплітудою тремору правої руки у постуральній позиції ($r=0,75$), пряму, але середньої сили кореляцію – між ЧСС і амплітудою тремору лівої руки у постуральній позиції ($r=0,43$), між AT_{\max} , AT_{\min} та частотою тремору лівої руки у постуральній позиції ($r=0,56$ та $r=0,50$ відповідно).

Отже, за умов навчального стресу найбільш виражений взаємозв'язок спостерігали між ЧСС та амплітудою і частотою тремору правої руки у постуральній позиції.

Бедрило А., Іскра Р., Любас Н.

ВПЛИВ S-АЛІЛ-4-АМІНОБЕНЗЕНТИОСУЛЬФОНАТУ НА ОКРЕМІ ЛАНКИ ЛІПІДНОГО ОБМІНУ В КРОВІ ЩУРІВ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: nastia.bedrulo2001@gmail.com*

Bedyro A., Iskra R., Luidas N. EFFECT OF S-ALLYL-4-AMINOBENZENE SULFONATE ON CERTAIN PARAMETERS OF LIPID METABOLISM IN THE BLOOD OF RATS. The purpose of the study was to determine the effect of S-allyl-4-aminobenzene sulfonate at a dose of 50 mg/kg body weight on certain parameters of lipid metabolism in rats. The studies revealed a decrease in the content of total lipids in the blood plasma of animals under the influence of ATC, which occurred due to a decrease in the content of triacylglycerols and esterified cholesterol. The observed decrease in the content of triacylglycerols in the blood occurred against the background of an increase in the content of di- and monoglycerols and unesterified fatty acids.

Відомо, що сульфуровмісні органічні сполуки, зокрема тіосульфокислоти та їх похідні, є потенційними біологічно активними

сполуками широкого спектру дії, яка базується на їх здатності брати участь у обмінних процесах, синтезі ферментів, гормонів, тощо. Раніше встановлено, що S-аліл-4-амінобензентіосульфونات (АТС) проявляють високу радикал-поглинальну активність, підвищують рівень клітинного глутатіону, беруть участь у протеїновому обміні. Однак, мало відома про їх роль у регуляції окремих ланок ліпідного обміну. Тому метою наших досліджень було встановити вплив АТС в дозі 50 мг/кг маси тіла на окремі показники ліпідного обміну в організмі щурів.

Дослідження були проведені на самцях щурах масою тіла 190–210 г, яким до корму додавали АТС в дозі 50 мг/кг маси тіла протягом 21 доби. Після завершення досліду у декапітованих щурів виділяли кров. Визначення загальних ліпідів у плазмі крові проводили за допомогою гравіметричного методу. Для розділення ліпідів на фракції застосовували метод тонкошарової хроматографії на основі силікагелю (силікагель L 5/40 μ , LSL 5/40 μ , Chemapol, Чехословаччина).

У дослідженнях плазми крові щурів було встановлено, що за впливу АТС у дозі 50 мг/кг вміст загальних ліпідів достовірно знижувався на 18,0%, що може свідчити про гіполіпідемічний ефект. Отримані результати можуть вказувати на посилення активності катаболічних процесів і мобілізацію ліпідів як джерела енергії внаслідок активації ензиму ліпопротеїліпази, що розщеплює ліпіди крові, або їх використання в адаптивних перебудовах ліпідного шару клітинних мембран.

Зниження вмісту загальних ліпідів в плазмі крові тварин за дії АТС відбувалося за рахунок зменшення вмісту триацилгліцеролів та естерифікованого холестеролу. Виявлено, що відносний вміст триацилгліцеролів достовірно зменшувався у крові щурів дослідної групи на 16,7%. Зменшення вмісту триацилгліцеролів у крові може свідчити про їх розпад до ди- і моногліцеролів, що підтвердили отримані результати. Їх вміст вірогідно зростав на 49,1% порівняно до контролю.

У плазмі крові щурів було виявлено зниження вмісту естерифікованого холестеролу за дії АТС на 39,8%, що супроводжувалося підвищенням неестерифікованого холестеролу. Це може свідчити про збільшення гідролізу естерів холестеролу, які виконують роль резервної і транспортної форми холестеролу, за допомогою холестерол-естерази. В результаті цього естерифікований холестерол розщеплюється на неестерифікований холестерол та жирні кислоти.

Збільшення відносного вмісту неестерифікованих жирних кислот в крові тварин за дії АТС на 28,3 % може бути зумовлено як гідролізом естерифікованого холестеролу, так і посиленням ліполізу і розпадом триацилгліцеролів. Зазвичай далі жирні кислоти можуть піддаватися розщепленню шляхом β -окислення або етерифікації та зберігаються у вигляді триацилгліцеролів.

Встановлено, що за впливу АТС у дозі 50 мг/кг вміст фосфоліпідів у плазмі крові щурів достовірно збільшувався на 3,7%. Оскільки фосфоліпідів у плазмі крові виконують транспортну функцію, то їхнє зростання має важливу роль для транспортування холестеролу, жирних кислот, а можливо і синтезованих АТС, які вводяться в організм.

Отже, отримані результати свідчать про те, що АТС в дозі 50 мг/кг здійснював ліпідну регулюючу дію в організмі щурів. Зокрема, з'ясовані особливості дії АТС можуть стати теоретичною основою для розробки нових шляхів профілактики і лікування ожиріння і серцево-судинних захворювань.

Бичкова С. М.¹, Рассказова А.², Бичкова С. В.²

**ОЦІНКА БІОХІМІЧНИХ МАРКЕРІВ РОБОТИ ПЕЧІНКИ І НИРОК
У КРОВІ СОБАК З ПУХЛИНАМИ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ**

*¹Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
вул. Пекарська, 69 м. Львів, 79010, Україна*

*²Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: s.bychkova@gmail.com*

Bychkova S. M., Rasskazova A., Bychkova S. V. ASSESSMENT OF BIOCHEMICAL MARKERS OF LIVER AND KIDNEY FUNCTION IN THE BLOOD OF DOGS WITH MAMMARY GLAND TUMORS. Tumors of the mammary gland are common formations in both dogs and women and show many similar characteristics. We evaluated the performance of liver and kidney markers based on blood analysis of dogs with adenocarcinoma. It was established that in some animals these indicators exceeded the norm, which is associated with a malfunction of the kidneys and liver.

Пухлини молочної залози є найчастішими новоутвореннями у собак. Воно має кілька схожих біологічних, клінічних, патологічних і молекулярних характеристик з раком, що діагностується у людини. Пухлини молочної залози також є однією з основних причин смерті обох видів. Такі показники як креатинін та сечовина при біохімічному аналізі крові вказують на роботу нирок та можуть характеризувати стадії ниркової недостатності. Загальний білірубін є маркером, який відповідає за роботу печінки. АЛТ та АСТ це трансамінази, які є в різних тканинах та органах, але в основному локалізуються у печінці. При пошкодженні гепатоцитів, особливо внаслідок інтоксикації, трансамінази можуть вивільнятися в кров більше, ніж зазвичай. **Метою** цієї роботи було оцінити маркери роботи печінки та нирок за біохімічним аналізом крові собак з аденокарциномою.

Ми встановили, що у середньому вміст креатиніну та сечовини у крові собак з аденокарциномою становили 116,8 та 8,2 ммоль/л, відповідно,

що входить в межі норми. Проте у двох тварин виявлено різке підвищення креатиніну та сечовини, що вказує на наявність ниркової недостатності у цих собак. Тривалість патологічного процесу обернено корелює з вмістом креатиніну ($r=-0,57$,) та сечовини ($r=-0,49$) у крові тварин. Вміст білірубину в середньому становив $7,13 \pm 2,27$ кмоль/л, що є більшим за верхню межу норми на 18%. З досліджуваної групи троє собак з восьми мали перевищення білірубину в крові. Активність АЛТ та АСТ піднімались різко вище норми лише у двох тварин, які також мали і підвищений білірубін. Про цьому виявлено, що коефіцієнт кореляції Пірсона між білірубіном та обома амінотрансферазами становить 0,88. Паралельне підвищення цих показників свідчить про те, що патологічний процес порушує роботу печінки. Виявлено, прямий кореляційний зв'язок між тривалістю патологічного процесу та активністю АСТ ($r=0,31$) та вмістом білірубину ($r=0,35$) в крові собак з аденокарциномою молочної залози.

Таким чином, у окремих собак з пухлинами молочної залози спостерігаються порушення у роботі печінки та нирок, що може бути пов'язане з метастазами у печінку.

Жбадинська Х.¹, Іскра Р.¹, Ковальчук С.²

**ВПЛИВ ЦИТРАТУ ЦИНКУ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ
СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ В ОРГАНІЗМІ
КРОЛІВ ПІСЛЯ ВІДЛУЧЕННЯ**

*¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна*

*²Львівський національний університет ветеринарної медицини і біотехнологій
імені С.З. Гжицького, вулиця Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна
e-mail: kzhbadynska628@gmail.com*

Zhbadynska H., Iskra R., Kovalchuk S. EFFECT OF ZINC CITRATE ON THE FUNCTIONING OF THE ANTIOXIDANT DEFENSE SYSTEM IN RABBITS AFTER WEANING. The studies established that the level of hydroperoxides and catalase activity increased in the blood of rabbits during the period of weaning stress, but the activity of glutathione reductase decreased. Zinc citrate showed normalization of the level of the studied parameters. Therefore, the addition of zinc citrate to the diets of rabbits can positively affect the state of the antioxidant system in the body and increase their resistance during the weaning period.

У ранньому віці кролів незбалансованість їхнього раціону за поживними речовинами викликає порушення обмінних процесів в організмі. Це може негативно впливати на формування внутрішніх органів, а також на ріст і розвиток тварин загалом. Нестача мікроелементів або надмірний вміст їх у раціоні супроводжуються зниженням продуктивності кролів,

а також може виникати ціла низка захворювань, що часто призводить до загибелі. Як правило, у молодняку кролів період, починаючи від молочного до статевого дозрівання, є «критичний», оскільки відбувається зниження інтенсивності росту та розвитку тварин і є низький показник збереженості поголів'я. Тому метою наших досліджень було з'ясувати вплив цитрату цинку на систему антиоксидантного захисту в організмі кролів після відлучення.

Дослідження проводили на молодняку 40-добових кролів породи Термонська. Відбирали тварин за принципом аналогів, масою тіла 1,2–1,4 кг, розділяли на дві групи (контрольну і дослідну), по 4 тварин (самці) у кожній. Тваринам дослідної групи згодовували корми раціону контрольної групи і щодоби впоювали мінеральну добавку у складі цитрату цинку, з розрахунку 0,25 мг Zn/кг маси тіла. Дослід тривав 46 діб, в тому числі підготовчий період – 10 діб, а дослідний – 36 діб. У крові кролів визначали вміст гідропероксидів (ГПЛ) та активність ензимів антиоксидантної системи – каталази (КАТ) і глутатіонредуктази (ГР).

Результати проведених досліджень свідчать про те, що рівень продуктів ПОЛ – ГПЛ в крові 50 добових кролів після відлучення вірогідно підвищувався стосовно 40 добових тварин до відлучення. Однак протягом наступних періодів – на 62, 74 і 86 доби життя в їх крові рівень продуктів ПОЛ поступово знижувався, що свідчить про поступове пригнічення дії стрес-фактору відлучення. За умови 12-добового впоювання цитрату цинку рівень ГПЛ у дослідній групі вірогідно знижувався стосовно контрольної групи в 1,6 раза. Це свідчить про позитивний вплив цитрату цинку на пригнічення процесів ПОЛ, які ще зберігаються після стресу у крові тварин.

Встановлено, що активність КАТ у крові кролів після відлучення на 50-добу життя вірогідно підвищувалася, порівняно з 40-ою добою життя, що свідчить про нагромадження субстрату цього ензиму – H_2O_2 . Однак вже на 62 добу життя активність ензиму знижувалася як у контрольній, так і дослідній групі, що свідчить про зменшення дії стресу. Однак, у тварин дослідної групи на 62, 74 і 86 доби життя активність КАТ була вірогідно більшою стосовно контрольних груп, що свідчить про активацію захисної системи завдяки дії цитрату цинку.

У результаті проведених досліджень встановлено, що активність ГР у крові 50-добових кролів після відлучення вірогідно знижується, що може свідчити про вичерпання її активності при регенерації GSSH у GSH, внаслідок дії стрес-фактору відлучення. На 62 добу життя, у період припинення дії стрес-фактору відлучення активність ГР зростає як у контрольній, так і дослідній групах, порівняно з 50-добовим періодом. Також було виявлено підвищення активності ензиму на 74 і 86 доби життя

у кролів дослідної групи, порівняно з контрольною, що свідчить про позитивний вплив цитрату цинку на активацію ГР.

Таким чином, додавання до раціонів кроликів цитрату цинку може позитивно впливати на стан антиоксидантної системи в організмі та підвищувати резистентність їх у період відлучення від кролематок.

Запотічна Ю., Бичкова С., Король Т.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ТРИВАЛОСТІ СНУ І ТРИВОЖНОСТІ

Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна

e-mail: s.bychkova@gmail.com

Zapotichna Y., Bychkova S., Korol T. THE RELATIONSHIP OF SLEEP DURATION AND ANXIETY. Anxiety, stress, worries and fear can worsen the quality of sleep and cause insomnia. In turn, lack of sleep and interrupted sleep can lead to an even greater increase in anxiety and an aggravation of the emotional state, which negatively affects the body. The aim of the work was to investigate the relationship between the duration of students' sleep and the level of anxiety. It was found that anxiety has a direct relationship with the duration of sleep: the shorter the duration of sleep, the higher the anxiety.

Сон – це природний періодичний функціональний стан організму людини, який характеризується виключенням свідомості і зниженням здатності нервової системи відповідати на зовнішні подразники. Під час фізіологічного сну організм відновлює енергію та зміцнює імунну систему. Тривожність, стрес, переживання та страх можуть погіршувати якість сну, а також спричиняти недосипання. У свою чергу, недостатність сну та перерваний сон може призводити до ще більшого посилення тривожності та загострення емоційного стану, що негативно впливає на організм. **Метою роботи** було дослідити зв'язок між тривалістю сну студентів та рівнем тривожності.

У дослідженні взяли участь 62 студенти 2-го курсу біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка 2022–23 н.р. Студенти оцінювали свій психоемоційний стан за опитувальником «DASS21». Тривалість сну відстежували за допомогою смарт-годинників у поєднанні з відповідними програмами на смартфонах .

Встановлено, що $47,95 \pm 5,04\%$ днів упродовж дослідження середня тривалість сну студентів була ≤ 7 годин. Нами обраховано кількість днів, коли студенти спали ≤ 5 год, ≤ 7 год, та ≥ 10 год за добу. На підставі аналізу ми з'ясували, що у середньому $4,76 \pm 0,90$ днів впродовж місяця студенти спали ≤ 5 год на добу. При цьому середня тривалість їхнього сну становила $4,61 \pm 0,13$ год/добу. Нами встановлено позитивну кореляцію між кількістю днів, коли сон тривав ≤ 5 год на добу, та тривожністю особи ($r=0,55$, $p \leq 0,05$,

$n=28$). Водночас тривалість сну в годинах не корелювала з тривожністю студентів ($r=-0,16$, $p \geq 0,05$, $n=28$). Отже, чим більше днів студенти сплять ≤ 5 год, тим вищою є їхня тривожність. Згідно наших даних, чим менше годин на добу (≤ 7 год) спав студент, тим більшою була його тривожність. Середня тривалість сну студентів, які спали ≥ 10 год на добу, становила $10,11 \pm 0,11$ год/добу. Кількість днів і середня тривалість сну не корелювали з тривожністю ($r=0,34$, $p \geq 0,05$, $n=28$). У студентів, які спали ≥ 10 год на добу, тривожність не корелює з тривалістю сну.

Отже, тривожність має прямий зв'язок з тривалістю сну: чим менша тривалість сну, тим вищою є тривожність. У зв'язку з цим постає питання у доцільності регулювання емоційного стану для покращення сну. Важливо розвивати уміння та навички релаксації та заспокоєння, які можуть допомогти зменшити рівень тривожності та покращити якість нашого сну.

Ішчук А.¹, Корбуш М.¹, Довбинчук Т.¹, Борисова Т.², Толстанова Г.¹

**ВПЛИВ ТВЕРДИХ НАНОЧАСТИНОК ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ
НА КОГНІТИВНІ ФУНКЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНІ
ПОКАЗНИКИ ЕПІТЕЛІУ ТОВСТОЇ КИШКИ У ЩУРІВ
ІЗ LPS-ІНДУКОВАНИМ ПАРКІНСОНІЗМОМ**

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка
проспект Академіка Глушкова, 2, м. Київ, 02000, Україна

²Інститут біохімії ім. О.О.Палладіна НАН України
вулиця Леонтовича, 9, м. Київ, 02000, Україна
e-mail: ishchuk.arsen@knu.ua

Ishchuk A., Korbush M., Dovbynchuk T., Borysova T, Tolstanova H.
EFFECT OF PARTICULATE MATTER OF NATURAL ORIGIN ON COGNITIVE FUNCTIONS AND ELECTROPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF THE COLON EPITHELIUM IN RATS WITH LPS-INDUCED PARKINSONISM. In our research, we explored the correlation between the emergence of neuroinflammation and inflammatory processes in the intestine triggered by particulate matter (PM). We evaluated the results relying on the emergence of induced Parkinsonism resulting from the impact of PM derived from burning poplar wood. We performed behavioral tests, gauged electrophysiological markers, and examined the permeability of the intestinal epithelial barrier.

Дедалі більше досліджень підтверджують зв'язок між запальними процесами у шлунково-кишковому тракті (ШКТ) і розвитком нейродегенеративних захворювань, зокрема хвороби Паркінсона (ХП) (Lubomsk, 2020; Warnescke, 2022). Раніше ми показали, що забруднення повітря твердими частинками (PM) може впливати на розвиток запальних процесів та порушення бар'єрної функції кишечника (Korbush, 2023). Проте залишається малодослідженим зв'язок між розвитком нейрозапалення та запальними процесами у кишечнику, спричиненими PM.

Тому метою нашої роботи було дослідити ефект дії твердих наночастинок, отриманих від згорання деревини тополі (РМт), на когнітивні функції та функціональний стан епітелію товстої кишки у щурів з ліпополісахарид(LPS)-індукованим паркінсонізмом.

Самців білих нелінійних щурів (150-200 г) розподілили на 4 групи (n=7 у кожній): I – плацебо-оперовані (Пл); II – плацебо-оперовані з введенням РМт (Пл+РМт); III – щури з LPS-ХП (LPS); IV – щури з LPS-ХП з введенням РМт (LPS+ РМт). ХП індукували стереотаксичним введенням 10 мкг LPS. РМт вводили з 2-го дня експерименту одноразово у дозі 180 мкг/100 г маси тіла перорально впродовж 7 днів. Апоморфін-індукований ротаційний тест проводили на 8-й та 15-й, а Open field – на 15-й день експерименту. Щурів умертвляли на 16-й день і визначали електрогенний транспорт іонів та трансепітеліальну проникність епітелію товстої кишки за допомогою камери Уссінга.

Кількість обертів у щурів LPS та LPS+РМт достовірно ($p < 0,0001$) збільшувалася порівняно з групами Пл та Пл+РМт відповідно, проте достовірної різниці у кількості обертів між групами LPS та LPS+РМт не було. При цьому вплив РМт зумовлював збільшення як кількості, так і часу вставання на задні лапи, зміна горизонтальної активності та грумігу. Показник струму короткого замикання LPS+РМт були найнижчими і достовірно ($p < 0,01$) відрізнялися від групи LPS. Трансепітеліальна проникність епітелію товстої кишки щурів групи LPS+РМт ($19,33 \pm 1,35$) не мала статистично достовірної різниці з групою LPS ($18,83 \pm 0,57$ см/с).

Довготривалий вплив твердих наночастинок природного походження сприяє порушенню поведінкових та локомоторних реакцій, а також впливає на електрофізіологічні показники епітелію товстої кишки у щурів з LPS-індукованим паркінсонізмом, що, своєю чергою, може поглиблювати негативні наслідки нейрозапалення.

Дослідження виконано в рамках проєкту НФДУ № 2020.02/0147.

Кокот С., Бичкова С.

**ОСОБЛИВОСТІ ОКРЕМИХ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ ПАЦІЄНТІВ
ПІСЛЯ ПЕРЕНЕСЕНОЇ КОРОНАВІРУСНОЇ ХВОРОБИ ЗАЛЕЖНО
ВІД ВІКУ ТА СТАТІ ПАЦІЄНТІВ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: l.i.z.a.kokot2003@gmail.com*

Kokot Y., Bychkova S. PECULIARITIES OF INDIVIDUAL BLOOD INDICATORS OF PATIENTS AFTER SUFFERING FROM A CORONAVIRUS DISEASE, DEPENDING ON THE AGE AND GENDER OF THE PATIENTS. Coronavirus disease is an infectious disease, the severe course of which is accompanied by the development of respiratory distress syndrome and

acute lung failure. Patients' blood tests help to determine which age groups are most affected and at risk of developing complications after COVID-19. We analyzed such biochemical indicators as alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), creatinine and bilirubin. The indicators of young and middle-aged patients were within the normal range, only senile and elderly patients had slight increases of these markers.

Коронавірусна хвороба – це інфекційне захворювання, яке спричиняє вірус SARS-CoV-2. Важкий перебіг COVID-19 супроводжується розвитком респіраторного дистрес-синдрому та гострою легеневою недостатністю, які є основними причинами смерті. Часто у пацієнтів з COVID-19 спостерігають підвищені такі біохімічні показники, як аланінамінотрансфераза (АЛТ), аспартатамінотрансфераза (АСТ), креатинін та білірубін. Ці показники є маркерами роботи печінки, нирок та інших органів, що прямо не пов'язані з коронавірусною інфекцією. Важливо встановити ті вікові групи пацієнтів, які найбільше піддаються ураженню та перебувають в зоні ризику розвитку ускладнень після перенесеного ковіду. **Метою роботи** було оцінити біохімічні показники крові пацієнтів різного віку та статі після перенесеної коронавірусної хвороби, а саме: АСТ, АЛТ, білірубін та креатинін і порахувати коефіцієнт де Рітиса.

У дослідженні проаналізували виписки з історії хвороб 153 пацієнтів терапевтичного відділення КНП «Новояворівська районна лікарня ім. Ю. Липи». Усі пацієнти були поділені на групи за статтю та за віком: молоді (25–44 р.), середнього віку (45–60 р.) похилого віку (60–74 р.) та старечого віку (75–90 р.). Ми вивчали такі показники крові, як АЛТ, АСТ, креатинін та білірубін на основі записів у історії хвороб після одужання.

Встановлено, що вміст АЛТ в крові у жінок після перенесеної коронавірусної хвороби становив $0,56 \pm 0,02$ мкмоль/л, а у чоловіків – $0,68 \pm 0,04$ мкмоль/л, що є в межах норми. Показник АЛТ в крові у людей похилого віку був нижчим на 20%, у осіб старечого віку – на 32% щодо групи осіб молодого віку ($P < 0,05$; $n = 153$). Вміст АСТ в крові у жінок становив $0,57 \pm 0,02$ мкмоль/л, а у чоловіків – $0,64 \pm 0,03$ мкмоль/л, і не перевищували межі норми. У пацієнтів похилого віку після перенесеної коронавірусної хвороби показник АСТ був нижчим на 17%, а у людей старечого віку – на 11% щодо осіб групи молодого віку ($P < 0,05$; $n = 153$). Рівень креатиніну в крові у жінок становив $102,23 \pm 2,26$ мкмоль/л, а у чоловіків – $107,73 \pm 2,35$ мкмоль/л. У жінок цей показник перевищує норму на 5,15%, а у чоловіків відповідає нормальним значенням. Показники креатиніну крові пацієнтів похилого віку були вищими на 18%, у людей старечого віку – на 35% щодо групи осіб молодого віку ($P < 0,05$; $n = 153$). Рівень білірубіну в крові у жінок становив $8,58 \pm 0,48$ мкмоль/л, а у чоловіків – $9,69 \pm 0,46$ мкмоль/л. Показники білірубіну пацієнтів різних вікових груп є в межах норми та статистично не

відрізняються між собою. Обрахований нами коефіцієнт де Рітца пацієнтів різних вікових груп також є в межах норми.

Таким чином, після перенесеного ковіду активність ферментів АЛТ і АСТ, а також вміст білірубину та креатиніну у крові пацієнтів молодого та середнього віку були в межах норми. Групою ризику є особи старечого та похилого віку, які мали підвищення цих показників. Також, після перенесеного COVID-19 у жінок більш ймовірними є порушення у роботі нирок, а у чоловіків – у роботі печінки.

Копак Н., Василюк С.

**ПОШУК ЕФЕКТИВНИХ АНТИВІРУСНИХ СУБСТАНЦІЙ
СЕРЕД S-ЕСТЕРІВ 4-АЦИЛАМІНОБЕНЗЕНТІОСУЛЬФОКИСЛОТИ
З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТІВ ВІРТУАЛЬНОГО СКРИНІНГУ
БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ**

*Національний університет “Львівська політехніка”
79013, Україна, Львів, вул. С.Бандери, 12
e-mail: nazarii.a.kopak@lpnu.ua*

Kopak N., Vasylyuk S. SEARCHING FOR EFFECTIVE ANTIVIRAL SUBSTANCES AMONG S-ESTERS OF 4-ACYLAMINOBENZENETHIOSULFONIC ACID USING VIRTUAL SCREENING TOOLS FOR BIOLOGICAL ACTIVITY. This study is focused on predicting the biological activity of S-esters of 4-acylamino-benzenethiosulfonic acid using virtual screening tools, including the web services SuperPred, SwissTargetPrediction, and molecular docking. Conducting *in silico* screening of biological activity allowed for the identification of lead compounds for experimental research aimed at finding an effective substance for the treatment of COVID-19, as well as swine influenza (H1N1).

Проблема пошуку нових ефективних антивірусних субстанцій є багатогранною та безсумнівно актуальною, особливо в контексті виникнення вірусних загроз, таких як COVID-19 та грип. Складність цієї задачі підсилюється зростанням ризику виникнення бактеріальних та грибових інфекцій через зниження імунітету під впливом вірусних захворювань. Наприклад, виникнення вторинних інфекцій, таких як мукоormікоз та аспергільоз, у хворих на COVID-19, значно ускладнює керування цим станом (Awadhash, 2021). З цього огляду виникає необхідність в розробці інноваційних препаратів з високою ефективністю як проти вірусів так і проти бактерій та грибів.

Перспективними об'єктами для пошуку препаратів з одночасним противірусним і протигрибовим або антибактеріальним ефектом є тіосульфоестери, яким притаманний широкий спектр антибактеріальної та протигрибової активності (Lubenets, 2017).

Експериментальний скринінг великих бібліотек сполук на предмет потенційної антивірусної активності є ресурсозатратною та довготривалою задачею. Застосування високопродуктивних *in silico* методів скринінгу та обчислювальних методів може прискорити виявлення перспективних антивірусних кандидатів.

В ході представлених досліджень нами було проведено віртуальний скринінг біологічної активності сполук, включених до комбінаторної бібліотеки S-естерів 4-ациламінобензентіосульфокислоти за допомогою комп'ютерних програм SwissTargetPrediction та SuperPred. Додатково, були проведені молекулярні докінгові дослідження за допомогою програмного забезпечення AutoDockTools. Проведений віртуальний скринінг дозволив виокремити сполуки-лідери для проведення подальших експериментальних досліджень з пошуку ефективної лікарської субстанції для лікування COVID-19 та грипу (H1N1). Найбільш перспективними сполуками з дослідженої комбінаторної бібліотеки тіосульфоестерів виявились S-(2-нітрофеніл)-4-(ацетиламіно)бензен-сульфонотіоат, S-метил-4-[(трифлуорацетил)аміно]бензенсульфонотіоат та S-(4-нітрофеніл)-4-[(3-хлоропропанол)аміно]бензенсульфонотіоат, які за результатами докінгових досліджень проявили високий рівень афінності з білком blu7 та білком 3al4.

Микицький Л., Бичкова С.

**ВИВЧЕННЯ РІВНЯ ТРИВОЖНОСТІ,
СТРЕСУ ТА ДЕПРЕСІЇ СТУДЕНТІВ**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: s.bychkova@gmail.com
levkomyktsky@gmail.com*

Myktskyi L., Bychkova S. STUDENT ANXIETY, STRESS AND DEPRESSION LEVEL STUDY The psychological state of any person affects his behavior and the choices that need to be made. Students studying in higher education institutions are constantly exposed to significant psychological loads associated with processing large volumes of information that need to be analyzed, processed and remembered. Outside of student life in particular, the war in Ukraine affects the emotional balance of students. The purpose of the work was to investigate the psychological state of students, in particular, to study the level of stress, anxiety and depression and to compare how these indicators changed in 2023 and 2024. We found that the psychological state of students improved over the last year compared to the previous year. The level of anxiety and depression decreased somewhat. This can be explained by the adaptation processes of the central nervous system

Психологічний стан будь-якої людини впливає на її поведінку та вибір, який необхідно здійснювати. Людська поведінка залежить від того

наскільки розвинені психологічний та емоційний самоконтроль. Студенти, які навчаються у вищих навчальних закладах, постійно зазнають значних психологічних навантажень пов'язаних з опрацюванням великих об'ємів інформації, яку потрібно проаналізувати, опрацювати та запам'ятати. Поза студентське життя теж несе певне психологічне та емоційне напруження. Зокрема, війна в Україні чинить вплив на емоційну рівновагу студентів навіть тих, що проживають далеко від лінії вогню. Усе це часто викликає у молодих людей психологічне перенапруження, емоційне вигорання, депресію. Тому, вивчення психологічного стану студентів, що продовжують навчатися в країні за умов війни, є актуальною проблемою, яка може допомогти зрозуміти психологічний стан молодих людей для того, щоб розробити ефективні стратегії збереження психологічним здоров'я. **Метою роботи** було дослідити психологічний стан студентів, зокрема вивчали рівень стресу, тривоги та депресії та порівняти як змінювались ці показники у 2023 та 2024 р. У дослідженні взяли участь 29 студентів біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. Для визначення рівня стресу, тривожності та депресії використовували апробований опитувальник DASS 21. Оцінка базувалась на кількості балів набраних у процесі тестування за окремими шкалами для кожного стану.

Нами встановлено, що у 2023 р. у студентів 2-го курсу рівень депресії у середньому становив $6,8 \pm 0,5$ балів (середній рівень), рівень стресу $10,4 \pm 0,3$ (середній рівень), а рівень тривоги – $8,7 \pm 0,4$ балів (важкий рівень). На основі тестування тих самих студентів у 2024 р., ми встановили, що рівень депресії знизився і склав $5,5 \pm 0,3$ балів (помірний рівень). Нами проаналізовано, що рівень стресу так само дещо знизився до $9,6 \pm 0,4$ (середній рівень), а рівень тривоги суттєво знизився до $6,3 \pm 0,4$ бали, що відповідає середньому рівню.

Таким чином можна зробити висновок, що психологічний стан студентів покращився. Дещо знизилась тривожність та рівень депресії. Це можна пояснити адаптаційними процесами центральної нервової системи до інформаційних навантажень та підвищенням емоційної саморегуляції. Разом з тим важливо звернути уваги, що більшість досліджуваних показників є ще поза межами норми.

Передерій Д.

ЗМІНИ РІВНІВ КОРТИЗОЛУ І ТИРОКСИНУ У КРОВІ КУРЕЙ ЗА УМОВ ТЕПЛОГО СТРЕСУ

*Інститут біології тварин НААН
вул. В.Стуса 38, м. Львів, 79034, Україна
e-mail: peredina0310@gmail.com*

Perederiy D. CHANGES IN THE LEVELS OF CORTISOL AND THYROXINE IN THE CHICKENS' BLOOD UNDER CONDITIONS OF

HEAT STRESS. Heat stress is one of the problems of poultry farming, due to the global increase in environmental temperature. Thermal injury begins when the ambient temperature exceeds the thermoneutral zone (16–25 °C). Heat stress negatively affects animal growth and productivity, and also causes oxidative stress, metabolic changes, and hormonal imbalance. A long-term excessive level of hormones in the body of animals leads to negative consequences in the body's functioning.

Тепловий стрес є однією з проблем птахівництва, через глобальне підвищення температури навколишнього середовища. Термічне ураження починається, коли температура навколишнього середовища виходить за межі термонеutralної зони (16–25 °C). Тепловий стрес негативно впливає на ріст і продуктивність тварин, а також викликає оксидативний стрес, метаболічні зміни та гормональний дисбаланс. Тривалий надмірний рівень гормонів у організмі тварин призводить до негативних наслідків у функціонуванні організму.

Кортизол – найважливіший глюкокортикоїдний гормон, що виробляється наднирковими залозами, прямо або опосередковано регулює практично усі фізіологічні та біохімічні процеси в організмі. Його ще називають гормоном стресу, адже у стресових ситуаціях його концентрація зростає. Тироксин – гормон, що синтезується щитовидною залозою. Він регулює пластичний і енергетичний обмін в організмі теплокровних тварин.

Метою роботи було встановити вміст кортизолу та тироксину у крові курей при тепловому стресі.

Дослід було проведено в умовах віварію Інституту біології тварин НААН на 18 курях породи Білий Легорн. Птиця впродовж досліді споживала стандартизований повноцінний комбікорм і чисту питну воду. У приміщенні віварію щоденно контролювали і забезпечували необхідний за схемою експерименту режим температури, вологості та освітлення. Дослід провели у 2 етапи: на першому – птицю утримували за температури повітря 20°C протягом 1 тижня (контроль), а на другому – були створені умови теплового стресу шляхом підвищення температури утримання до 35°C, на 6 год в день, також протягом 7 діб (дослід). Після кожного етапу відбирали зразки крові для подальших досліджень.

Виявлено, що у плазмі крові курей контрольної групи рівень кортизолу становив 17,64 нг/мл, а рівень тироксину – 1,03 нг/дл. Після дії на них високих температур, вміст кортизолу у крові становив 24,44 нг/мл, а тироксину – 1,22 нг/дл. Тобто за впливу на організм курей теплового стресу, вміст кортизолу зріс на 30% ($P < 0,01$), а тироксину – на 16% ($P < 0,01$), порівняно з нормальними умовами.

Отже, тепловий стрес призводить до підвищення рівня таких гормонів, як кортизол та тироксин. Це може призвести до негативних

наслідків у функціонуванні організму, тому у майбутньому необхідно продовжити дослідження з розробки практичних та ефективних методів для зниження цього показника.

Погоріла К., Дранчук Т., Мазур Г., Манько Б., Манько В.

**ПРОГРАМНИЙ ПАЙПЛАЙН ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ
СЕГМЕНТАЦІЇ ІЗОЛЬОВАНИХ ГЕПАТОЦИТІВ І ВИМІРЮВАННЯ
МИТОХОНДРІАЛЬНОГО МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦІАЛУ І
ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ НАДН**

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: mankobo@gmail.com*

Pohorila K., Dranchuk T., Mazur H., Manko B., Manko V. SOFTWARE PIPELINE FOR AUTOMATIC SEGMENTATION OF ISOLATED HEPATOCYTES AND MEASUREMENT OF MITOCHONDRIAL MEMBRANE POTENTIAL AND NADH FLUORESCENCE. Fluorescent microscopy is an important tool in live cell studies. Cell segmentation is one of the problematic and time-consuming aspects of fluorescence analysis. In this study, we developed a macros for ImageJ program capable of quick and accurate segmentation of live rat hepatocytes. Testing of the algorithm on 1350 fluorescent images showed > 90% sensitivity and > 95% specificity of detecting and segmentation live and in-focus hepatocytes. NADH and rhodamine fluorescence of individual cells was sensitive to oxidative substrate presence and protonophore FCCP treatment.

Флуоресцентна мікроскопія є важливим методом для дослідження живих клітин. Однією із проблем, яку необхідно вирішувати для проведення деталізованого аналізу флуоресценції є сегментація клітин. Для цього використовують як ручну, так і автоматичну сегментацію. Однак зважаючи на сьогоденні об'єми інформації, які необхідно аналізувати, ручна сегментація є надто трудомісткою. Автоматичні ж методи є часто недостатньо чутливими і точними. Тому метою цього дослідження було створити пайплайн для автоматичної сегментації ізольованих гепатоцитів для вимірювання їх флуоресценції.

Гепатоцити щурів ізолювали за методом Сеглена. Флуоресценцію НАДН, пропідій йодиду та потенціалчутливого мітохондріального барвника родамін-123 досліджували за допомогою мікроскопа Olympus IX73 з флуоресцентною камерою DP-74. Програмний пайплайн було написано як макрос для програмного пакету ImageJ, за допомогою якого і проводили аналіз фотографій.

Тестування програмного пайплайну на 1350 флуоресцентних фотографіях ізольованих гепатоцитів. Було встановлено, що алгоритм здатний ідентифікувати і сегментувати > 90 % клітин як окремі об'єкти,

а > 95% клітини, що знаходяться не у фокусі алгоритм успішно відкидав. Алгоритм також не враховував загиблі клітини (зафарбовані пропідій йодидом). Після аналізу встановлено, що флуоресценція як НАДН, так і родамін-123 у живих клітинах суттєво знижувалась за додавання протонофора FCCP, а також залежала від присутності у середовищі субстратів окиснення пірувату та монометилсукцинату. Отже, створене програмне рішення дає можливість швидко і точно аналізувати рівень флуоресценції живих клітин.

Сидоров С.

ГЕМАТОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ПРИ ГЕЛЬМІНТОЗАХ У СОБАК ТА КОТІВ

*Запорізький національний університет
вул. Гоголя 62, м. Запоріжжя, 69061, Україна
e-mail: sidok1201@gmail.com*

Sidorov S. HEMATOLOGICAL CHANGES IN HELMINTHIASIS IN DOGS AND CATS. Helminthiasis remains one of the most common health problems of domestic animals throughout the world (Charles H. King, 2019). These parasitic infections cause serious diseases in dogs and cats, including digestive disorders, anemia, emaciation and other pathologies (Dovhiy Y., at all, 2018). However, in addition to local clinical symptoms, helminthiasis can also affect the blood and general health of animals. A general blood test is one of the main methods of diagnosis and assessment of the state of health in dogs and cats. Changes in hematological indicators, such as the level of hemoglobin, erythrocytes, leukocytes and others, can be important indicators of pathological processes, including parasitic infections.

Дослідження проводилось на базі ветеринарної лікарні «ВетСвіт». Було проаналізовано клінічний аналіз крові хатніх тварин (n = 20, 15 собак та 5 котів), господарі котрих звернулись восени 2023 р. до ветеринарної лікарні зі скаргами на апатичність, знижений апетит, відставання у розвитку та рідку дефекацію з гельмінтами. На огляді, лікар ветеринарної медицини встановлював: анемічний колір слизових оболонок, болісний живіт, знижений тургор шкіри. Дослідження клінічного аналізу крові проводилось на автоматичному гематологічному аналізаторі MicroCC-20Plus з диференціюванням лейкоцитів за 3-ми субпопуляціями та побудовою 3-х гістограм. Клітини крові досліджувались за такими показниками: WBC, LYM#, MID#, GRA#, LYM%, MID%, GRA%, RBC, HGB, MCHC, MCH, MCV, RDW-CV, RDW-SD, HCT, PLT, MPV, PDW, PCT, P-LCR.

Було встановлено достовірне зниження від норми показників кількісного та якісного стану еритроцитів крові, а саме RBC на 26.2%, HGB на 32.1%, MCHC на 17%, MCH на 9,8%, RDW-SD на 15.4% та HCT на 11.3%. Але такі показники, як MCV та RDW-CV не мали достовірних та

залежних змін. Такі результати можуть бути наслідком впливу метаболітів гельмінтів на організм тварини і наслідком аліментарної анемії, через знижений апетит та діарею.

Було досліджено імунну відповідь організму на паразитарну інфекцію, з достовірним збільшенням WBC на 31.2%, за рахунок збільшення GRA# на 15.8% та зниженням LYM# на 7.2% зі збереженням MID# в межах норми. Зміни відносної лейкоцитарної формули (LYM%, MID%, GRA%) були відповідні до абсолютних значень. Що відповідає вираженому запальному процесу в організмі тварини.

Також була помічена тенденція до зниження загальної кількості тромбоцитів та тромбоцитокрити, без вираженої зміни розрахункових показників тромбоцитів, але в межах норми.

Результати дослідження показують, що виявлення та аналіз гематологічних змін при гельмінтозах дозволяє не тільки більш точно діагностувати захворювання, але й визначити його тяжкість та прогноз. Це важливо для вибору найбільш ефективних методів лікування та запобігання подальшим ускладненням у домашніх вихованців.

Отримані результати наголошують на важливості проведення регулярних обстежень та загального аналізу крові у собак і кішок.

Торовик-Другова А., Наливайко Л.

ПІОМЕТРА У СОБАК

*Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля
вул. Іоанна Павла, 17, м. Київ, 01042
e-mail: torovikdrugova@gmail.com*

Torovyk-Druhova A., Nalyvayko L. PYOMETRA IN DOGS. Pyometra is a hormone-induced disease, characterized by the filling of the uterine cavity with purulent exudate, and one of the most common diseases of the reproductive tract in dogs. An ovariectomy was performed on a 12-year-old animal. During the operation, the ovaries and uterus filled with pus were removed. Antibiotic therapy was carried out: intramuscular ceftriaxone and 0.5% metronidazole solution intravenously, with a total course of 10 days. After 3 weeks, the animal recovered, all indicators were within the physiological norm.

Піометра – це гормон-індуковане захворювання, що характеризується заповненням порожнини матки гнійним ексудатом і обумовлює розвиток інших системних захворювань. Захворювання є одним з найрозповсюдженіших захворювань репродуктивного тракту у собак і складає більше 40% від основних патологій репродуктивної системи тварин (Власенко В., та ін., 2006). Потрапляння великої кількості бактерій з піхви в матку під час тічки здатне викликати запалення. Токсини (продукти життєдіяльності бактерій) потрапляють у кров, маючи пагубний вплив на

роботу внутрішніх органів, що призводить до загибелі тварини (Яблонський В. та ін., 2008).

Мата роботи – провести оваріогістеректомію собаці (сука) породи шарпей, кличка Єва, віком 12 років, що постувила у ветеринарну клініку.

Матеріали та методи: Собака за своє життя не народжувала, іноді приймала гормональні ліки. Тварині була проведена повна діагностика: загальний клінічний огляд, цитологічне дослідження піхвових мазків, загальний та біохімічний аналізи крові, УЗД репродуктивної системи, передопераційне УЗД серця та рентгенографія черевної порожнини. Після отримання всіх результатів, тварина була направлена на ургентне хірургічне втручання – оваріогістеректомію.

Результати. У тварини був знижений апетит, виражена полідипсія і, як наслідок, виражена поліурія, апатія, гіпертермія, а також слабкість тазових кінцівок. Спочатку собаку ввели в наркотичний стан, використовуючи такі препарати, як: бутомідор, телазол, дексдомітор, пропофол, додатково застосовували інфільтраційну анестезію з лідокаїном. Тварині провели катетеризацію вени (встановили два внутрішньовенні катетери на грудні кінцівки), вистригли шерсть в області живота та обробили 3% розчином йоду для дезінфекції. Тварина була підключена до кардіомонітору для фіксації рівня сатурації, пульсу та тиску. Після інтубації і підготовлення операційного поля було здійснено розріз по білій лінії живота - від пупка до останнього соска – і проведена оваріогістеректомію з видаленням яєчників і матки, яка була заповнена гноем. Видалена матка важила 4,5 кг. Операція тривала 2 години. Після оваріогістеректомії собаці призначили антибіотикотерапію: цефтріаксон внутрішньом'язево та розчин метронідазолу 0,5% внутрішньовенно крапельно, загальним курсом 10 днів. А також курс нестероїдних протизапальних препаратів – «Превікокс» – 5 днів для контролю рівня болю в післяопераційний період у тварини (Харенка М. та ін., 2011). Після проведення оперативного втручання пройшло 3 тижні – тварина почуває себе добре: стабільний апетит, діурез, дефекація, всі показники крові прийшли в межі норми.

Федьків М.^{1,2}, Вовканич Л.², Михаленич О.¹, Сенів Х.¹

**ТОНУС АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ПІД
ЧАС ВИКОНАННЯ СКЛАДНИХ ЗОРОВО-МОТОРНИХ РЕАКЦІЙ
ОСОБАМИ З РІЗНИМ РІВНЕМ ТРЕНОВАНОСТІ**

*1 - Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна*

*2 - Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського
вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна
e-mail: maria.fedkiv@lnu.edu.ua*

**Fedkiv M., Vovkanych L., Mykhalenych O., Seniv Kh. TONE OF THE
AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM DURING THE PERFORMANCE OF**

COMPLEX VISUAL-MOTOR REACTIONS BY PERSONS WITH DIFFERENT LEVELS OF TRAINING. Changes in the tone of the autonomic nervous system during complex visual-motor reactions were studied. There were two experimental groups - trained students (karate athletes) and untrained students. Our HRV analysis showed a higher level of activity of the parasympathetic part of the ANS in trained individuals and rapid changes in the tone of the ANS during complex visual-motor reactions.

Довготривала рухова діяльність сприяє формуванню адаптаційних перебудов низки систем організму, у регулюванні яких важливу роль відіграє автономна нервова система (АНС) (Шушковська, 2023). Тонус АНС людини можна описати на основі показників варіабельності серцевого ритму (BCP). Аналіз BCP дозволяє охарактеризувати активність симпатичного та парасимпатичного відділів АНС, роль різних каналів регуляції, що відображає особливості стрес-реакції організму на навантаження (Вовканич, 2013).

Були сформовані дві дослідні групи. До групи тренуваних (Т) належали 26 спортсменів-каратистів, високої спортивної кваліфікації (стаж занять понад 5 р.). До групи нетренуваних (НТ) належали 12 студентів, що не виконували фізичних навантажень регулярно. Показники BCP реєстрували з використанням моніторів серцевого ритму «Polar 800 RS». Аналіз даних проводили програмним забезпеченням «Polar Pro Trainer 5.40.172». Ритмограму реєстрували у стані відносного спокою (5 хв., сидяче положення), а також під час виконання досліджуваними складної зорово-моторної реакції вибору (комплекс «Діагност-1», PB2-3) зі зворотнім зв'язком та із збільшенням кількості подразників (60, 90, 120). Визначали основні статистичні (HR, SDNN, RMSSD, pNN50) та нелінійні (SD1, SD2) показники BCP. Дані аналізували за допомогою програм «MS Excel 2010» та «Origin 2018». Нормальність розподілу оцінювали на основі критерію Шапіро-Вілка, вплив експериментальних чинників – на основі t-критерію Стьюдента та ANOVA.

Встановлено, що у стані спокою показники SDNN, RMSSD, pNN50, SD2 у групі Т були на 21–52% вищими порівняно з групою НТ ($p < 0,05$). У групі Т було вдвічі більше ваготоніків, ніж у групі НТ, та не було осіб з вираженою симпатикотонією. Дані ANOVA вказують, що психоемоційний стрес під час виконання PB2-3 викликав зміни SDNN, RMSSD, SD2 у групах Т та НТ, а також pNN50 у групі Т ($p < 0,05$). Зміни вказують на підвищення тону симпатичного відділу АНС, проте вони мають свої особливості у групах Т та НТ. Зокрема, під час PB2-3₆₀ у групі Т спостерігалось збільшення ЧСС на 8%, та зниження SDNN на 38%, RMSSD – на 25%, pNN50 – на 23%, та SD2 – на 41% ($p < 0,05$). Під час цього тесту в групі НТ підвищення ЧСС не досягало статистично значимого рівня, достовірним було лише

зниження SDNN та SD2 – на 13% та 30% ($p < 0,05$). При збільшенні кількості подразників (проби PB2-3₆₀ та PB2-3₉₀) зберігається тенденція до збільшення тонуусу симпатичного відділу АНС учасників дослідження у порівнянні зі спокоєм. Водночас зміни показників ВСР у групі Т менш виражені, а їхні абсолютні значення вказують на меншу активацію симпатичного відділу АНС порівняно з групою НТ.

Виконаний нами аналіз ВСР виявив вищий рівень активності парасимпатичного відділу АНС у тренуваних осіб та швидші зміни тонуусу АНС під час виконання складних зорово-моторних реакцій.

Футерко В., Бичкова С.

ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ДВАНАДЦЯТИПАЛОЇ КИШКИ ЗАЛЕЖНО ВІД ВІКУ ТА СТАТІ ПАЦІЄНТІВ

*Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: viktorija.futerko14@gmail.com*

Futerko V., Bychkova S. FEATURES OF THE PREVALENCE OF DISEASES OF THE DUODENUM DEPENDING ON THE AGE AND SEX OF THE PATIENTS. Diseases of the duodenum are widespread among population. The aim of the work was to investigate the prevalence of duodenitis, acute erosion and duodenal ulcer depending on the age and gender of the patients. It was established that diseases of the duodenum occur more often in men than in women. The incidence of duodenitis depends on age: the older patients are, the more often they get sick. However, ulcers and erosions of the duodenum occur most often in young people aged 31-40 years.

Захворювання дванадцятипалої кишки є однією з найбільш актуальних проблем гастроентерології. Це пов'язано з їх високою розповсюдженістю (10–15% всього дорослого населення). Найчастіше захворювання дванадцятипалої кишки діагностуються у чоловіків і у жінок у віці від 30 до 50 років. **Метою роботи було** дослідити поширеність захворювань дванадцятипалої кишки (дуоденіту, гострої ерозії та виразкової хвороби дванадцятипалої кишки) залежно від віку та статі пацієнтів. Вивчали статистичні дані Львівського діагностичного центру за п'ятирічний період протягом 2013–2018 рр. Всього було проаналізовано 14712 випадків захворювань дванадцятипалої кишки.

Встановлено, що захворювання дванадцятипалої кишки у чоловіків траплялись достовірно частіше ніж у жінок на 24% ($P \leq 0,05$ $n=8502$). За досліджуваний період найбільша кількість хворих на дуоденіт спостерігалася серед пацієнтів віком за 60 років та становила 21% ($P \leq 0,05\%$; $n=663$), а найменша — до 20 років і становила 6% ($P \leq 0,05$; $n=187$) від загальної кількості дуоденітів. Виявлено, що гостра ерозія

дванадцятипалої кишки найчастіше спостерігалася у пацієнтів віком 31–40 років і становила 20% ($P \leq 0,05$; $n=1688$) і рідко траплялась у пацієнтів до 20 років – 5% ($P \leq 0,05$; $n=418$) від усіх випадків ерозій дванадцятипалої кишки. Проаналізовано, що виразкову хворобу дванадцятипалої кишки найчастіше виявляли у пацієнтів віком 31–40 років 21% ($P \leq 0,05$; $n=1025$), а найменше – у пацієнтів до 20 років 5% ($P \leq 0,05$; $n=246$). Отже, пацієнти віком до 20 років є у найменшій зоні ризику.

Встановлено, що хвороби дванадцятипалої кишки частіше турбують чоловіків. Захворюваність на дуоденіт має вікову залежність: чим старші пацієнти, тим частіше хворіють. Однак виразки та ерозії дванадцятипалої кишки трапляються найчастіше в осіб молодого віку 31–40 р., що є найбільш працездатною групою населення. На основі нашого аналізу можна рекомендувати дотримання режиму здорового харчування, обмеженню алкоголю та паління, уникати стресу для запобігання розвитку хвороб дванадцятипалої кишки особливо для осіб, що належать до груп ризику.

Щирба І., Бичкова С.

ВІКОВІ ТА ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ ШЛУНКА

*Львівський національний університет імені Івана Франка
бул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: iryna.shchyrbal102@gmail.com*

Shchyrbal I., Bychkova S. AGE AND GENDER FEATURES OF THE STOMACH DISEASES PREVALENCE. On today's date, an increasing number of people suffer from diseases that arise in the gastrointestinal tract. The aim of the work was to analyze the age and gender distribution of patients with stomach diseases in order to establish which population groups most often suffer from stomach diseases. We observed women suffer from stomach diseases more often than men. It has been established that the peak of morbidity occurs in the age group over 60 years, and that most stomach diseases have an age dependency: the older the age, the more likely the disease is to occur. However, іщю stomach diseases, for example gastritis, have a different age distribution not related to age but rather to the patient's lifestyle.

Хвороби шлунково-кишкового тракту займатимуть одне з домінуючих місць у структурі захворюваності населення поряд із серцево-судинною патологією. Найчастіше пацієнти скаржаться на проблеми з шлунком. Метою нашої роботи було проаналізувати поширеність захворювань шлунка на основі статистичних даних Львівського діагностичного центру для того, щоб визначити групи ризику.

Найчастішими хворобами шлунка за період 2013–2018 рр. у Львівському діагностичному центрі були ерозія шлунка – 16 594 випадки,

гастрит – 12956 випадки, хронічний поверхневий гастрит – 8459 випадки та виразку без кровотечі – 1484 випадки. Встановлено, що жінки статистично достовірно хворіють частіше хворобами шлунка (22603 випадки), аніж у чоловіки (17759 випадки). Проаналізувавши вік пацієнтів, ми встановили, що найменше хворіють пацієнти до 20 р. Наступна вікова група пацієнтів віком 21–30 р. має достовірно більше захворювань шлунка на 56% ($p > 0,5$; $n=40441$). У пацієнтів віком 31–40 р. та 41–50 р. захворюваність тримається приблизно на одному рівні. Найбільша кількість захворювань спостерігається у групи пацієнтів віком за 60 р. Більшість захворювань шлунка мають вікову залежність: чим старший вік, тим частішою є ймовірність появи хвороби. Проте, окремі хвороби шлунка мають інший віковий розподіл, що не пов'язаний із віком. Зокрема обраховано, що хронічний поверхневий гастрит зустрічався найчастіше у людей 21–30 р. та 31–40 р. Отже, ці хвороби мають зв'язок із способом життя пацієнта, а не його віком.

Таким чином, ми з'ясували, що хвороби шлунка найчастіше уражають жінок. З віком зростає ймовірність розвитку хвороб шлунка. Проте є окремі захворювання, що мають інший віковий розподіл, який не пов'язаний з віком, а з іншими чинниками – наприклад: стиль життя, паління, несвоєчасне харчування, зловживання нездоровою їжею, емоційні перенапруження, стрес. Тому важливо проводити просвітницьку роботу серед тих груп населення, які є у групах ризику з метою збереження здоров'я.

Юзьвяк М.

ВПЛИВ ЦИНКУ ЦИТРАТУ, СЕЛЕНУ ЦИТРАТУ, GERMANIЮ ЦИТРАТУ НА MORFOLOGIЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ КРОЛІВ ЗА ДІЇ ТЕПЛООВОГО СТРЕСУ

*Інститут біології тварин НААН
вул. В. Стуса, 38, Львів 79034, Україна
e-mail: maruk7991@gmail.com*

Yuzviak M. EFFECT OF ZINC CITRATE, SELENIUM CITRATE, GERMANIUM CITRATE ON MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF RABBIT BLOOD UNDER HEAT STRESS. The aim of the study was to investigate changes in blood cells of rabbits after weaning by drinking zinc citrate, selenium citrate and germanium citrate under conditions of heat stress.

Вплив підвищених температур довкілля спричиняє значні економічні збитки у тваринництві, зокрема у кролівництві. Дія теплового стресу негативно впливає на здоров'я кролів, змінює активність імунної та репродуктивної функцій, пригнічує ендокринну регуляцію та ріст їхнього організму (Liang et al., 2022). У живленні тварин широко використовують

органічні сполуки мікроелементів, які характеризуються високою біодоступністю, каталітичними й адсорбційними властивостями, меншою токсичністю та позитивно впливають на зниження негативної дії теплового стресу (El-Ratel et al., 2023). Використання цитратів мікроелементів у раціонах тварин при низьких дозах є ефективнішим, ніж їхні інші солі (Konkol et al., 2018).

Мета роботи полягала у дослідженні параметрів клітин крові кролів після відлучення за випоювання цинку цитрату, селену цитрату та германію цитрату в умовах теплового стресу. Експерименти проводилися на молодняку кролів-аналогів породи Термонська біла у період з 35 до 78-добового віку. Впродовж дослідження у приміщенні з 12 до 16 години (чотири години на добу), за допомогою електричних регульованих нагрівачів, підвищували температуру доквілля від 28,9 до 30 °C. Межі температурних границь для кроликів визначали з врахуванням індексу температури та вологості. Тварин для дослідження формували у групи по 6 тварин (3 самці, 3 самиці), середньою масою тіла 1200±50 г. Кролів контрольної групи утримували на основному раціоні зі згодовування стандартного збалансованого гранульованого комбікорму і води без обмеження. Кролі I, II і III дослідних груп споживали, збалансований гранульований комбікорм, так як і контрольна, проте протягом доби з водою отримували цитрати мікроелементів. I група – цинку цитрат – 60 мг Zn/л або 12 мг Zn/кг маси тіла; II група – селену цитрат – 300 мкг Se/л або 60 мкг Se/кг маси тіла; III група – германію цитрат – 62,5 мкг Ge/л або 12,5 мкг Ge/кг маси тіла. Кров для дослідження відбирали на 14 добу підготовчого періоду та 14 і 29 добу дослідного періоду.

Випоювання кролям після відлучення цинку цитрату пом'якшило негативну дію теплового стресу, що позначилося у їхній крові вищим рівнем кількості еритроцитів ($p < 0,05$), концентрації гемоглобіну ($p < 0,01-0,001$), гематокритної величини ($p < 0,01$), моноцитів ($p < 0,05-0,01$) та зниженням рівня абсолютного вмісту лімфоцитів ($p < 0,05-0,01$) і лейкоцитів ($p < 0,05$) впродовж 29 діб дослідження. Застосування у раціоні тварин селену цитрату призвело до зниження негативного впливу підвищених температур, що відобразилося зміною морфологічних параметрів крові, а саме підвищився вміст еритроцитів ($p < 0,05-0,01$), гемоглобіну ($p < 0,01-0,001$), гематокритного показника ($p < 0,01$), моноцитів ($p < 0,05$), середнього об'єму тромбоцитів ($p < 0,05$) та зниження кількості тромбоцитів ($p < 0,05$) на 29 добу і лейкоцитів ($p < 0,05-0,01$) та лімфоцитів ($p < 0,05-0,01$) впродовж експерименту. Додавання до води германію цитрату дещо менше вплинуло на клітини крові кролів порівняно з використаними цитратами мікроелементів, однак з підвищенням вмісту еритроцитів ($p < 0,05$) й гематокриту ($p < 0,05$) на 14 добу та більшою концентрацією гемоглобіну

($p < 0,05 - 0,001$), зі зниженням кількості лейкоцитів ($p < 0,05$) та лімфоцитів ($p < 0,05$) впродовж 29 діб експерименту.

Отже, додавання цинку цитрату (12 мг Zn/кг маси тіла) та селену цитрату (60 мкг Se/кг маси тіла) до води за умов підвищених температур довкілля відзначилося позитивними змінами клітин крові кролів впродовж експерименту, з менше вираженим впливом германію цитрату (12,5 мкг Ge/кг маси тіла) на 14 і 29 доби дослідження порівняно з контрольною групою.

Berezovsky V., Balatskyi V., Demianchuk O.

INFLUENCE OF PHYSICAL STRESSORS
ON THE LEVELS OF LIPID PEROXIDES

*Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
57 Shevchenko St., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine
e-mail: vladuslavismys@gmail.com*

Electric shock model is a well-known and robust model for inducing post-traumatic stress disorder in rodents. Currently, in the state of world we live in, the problematics of mental health is a growing issue. Possibility to study that disorder is presented via mediation of using mice models. Though not ideal, they are capable of reproducing humanlike features of post-traumatic stress disorder. Finding markers capable to diagnose mental diseases by measuring of biochemical substances that are present in mice, hopefully, will lead to such discovery in human type of disorder. It is known that physical and psychological stressors are capable to induce oxidative stress via increasing demand on energy production, thus increasing chances of mitochondria malfunction.

We used young male mice line C57Bl6J in this study. Usage of this line can be explained by availability and commonality of such mice in behavioral and biochemical research. The protocol for inducing stress consisted of 15 rounds of electric shocks with amperage of 0.8 mA and 10 s intervals for 10 seconds each. Control group animals were not disturbed anyhow aside of changing flooring food and water. Both the control and experimental groups ate standard mice diet consisting of food pellets, water and supplements of vitamins and microelements to satiate the need for them. The open field test was conducted on day 9 after the stressing protocol. Mice were euthanized and dissected on day 14 after the stressing protocol.

Body mass of every mouse was measured during the experiment. That parameter was stable from the start to the end of the experiment, but the liver mass was 11% greater in the experimental group. We used the open field protocol to analyze behavioral changes in the stressed mice. Mice that experienced electric shocks refused to approach the walls of the test box which resulted in 3.8-fold difference in time of mice being in the inner zone of test box. Because the measuring of locomotor activity didn't show any difference, we assumed that the change in time was due to change in behavioral pattern and not due to the other

factors. Though the ordinary test considers anxiety-like behavior when mice tend to go to the sides of the chamber, we assume that this behavior is explained by aversive stimuli, learned in stress protocol. We determined the rates of lipid peroxides and protein carbonyls to assess the extent of oxidative damage. Level of lipid peroxides was higher in the stressed group by 31%, though there was no significant difference in the levels of protein carbonyls. We determined the level of IL1b in blood plasma to investigate proinflammatory processes. There was no significant difference in its concentration between two groups.

The work was supported by the Ministry of Education and Science of Ukraine (0123U101790).

Derkachov V., Khovanets A., Rak M., Bayliak M.

THE EFFECT OF SOCIAL ISOLATION ON BODY MASS GAIN
AND FOOD CONSUMPTION IN MICE FED A STANDARD DIET
AND A CAFETERIA DIET

*Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
57 Shevchenko St., Ivano-Frankivsk, 76018, Ukraine
e-mail: derkachovvitalii@gmail.com*

Overweight and obesity are not merely cosmetic issues but serious chronic disease conditions that have reached epidemic proportions worldwide. According to the World Health Organization statistics, more than 650 million adults suffer from overweight. This number continues to rise, making obesity one of the most acute medical problems of our time. Etiology of obesity is complicated, and several factors increase a risk of obesity. Chronic overeating, sedentary lifestyle, and emotional stress are among factors contributing to obesity. For better understanding of the causes, mechanisms of development, and the development of effective obesity treatment methods, scientists conduct research using animal models, particularly mice. Recent studies suggest that social isolation may lead to a wide range of pathophysiological and maladaptive behavioral outcomes for isolated individuals both in humans and mice. In particular, there are suggestions that social isolation may be a risk factor for obesity.

The aim of this study was to determine the impact of social isolation on certain physiological indicators, such as body mass gain, food and water consumption in mice fed a balanced diet and cafeteria (high-calorie) diet.

C57BL/6J female mice were used in the experiment. Mice were bred in our vivarium and were 3 months old at the beginning of the experiment. The mice were divided into 4 groups. In the first and second groups, mice were settled by 5 animals per cage and were fed a standard rodent chow (control group) and cafeteria diet (CD group). In the third and fourth groups, mice were placed individually in cages (one mice per cage) and also were fed a standard rodent chow (control social isolation group), and a cafeteria diet (CD social isolation group). The experiment lasted for 12 weeks. During the experiment, changes

in body mass, food and water consumption were monitored. At the end of experiment, behavioral tests were conducted in an open field test.

The results showed that mice, that consumed a cafeteria diet, especially those in social isolation, exhibited a dynamic towards increased food consumption compared to the groups fed a standard chow. This may indicate a correlation between social isolation and changes in dietary habits, which can affect physiological indicators such as body mass and metabolism. Amount of water consumed did not significantly differ between all groups of mice. Body mass of mice consumed a cafeteria diet, both under normal conditions (group housing) and in social isolation, was higher than those of mice that consumed a standard chow. Social isolation in combination with standard chow did not cause significant difference in body mass of mice compared to group fed the standard food. This underscores the potential impact of a cafeteria diet on body mass gain in mice, regardless of their social environment.

In general, the results indicate that social isolation leads to changes in food behavior in mice. In particular, socially isolated mice showed a tendency to eat more cafeteria diet and higher body mass than CD mice housed in group. This indicates that social isolation can be a prerequisite of obesity development. The next step of our work will be studying the potential biochemical and molecular mechanisms underlying the physiological changes induced by social isolation.

Dolzhenko Yu.

MONGOLIAN TRAITS OF CHERNIHIV-SIVERIAN REGION INHABITANTS IN THE 17TH –19TH CENTURY

Nizhyn Mykola Gogol State University

Institute of Archaeology of the National Academy of Sciences of Ukraine

12 Volodymyr Ivasiuk Ave., Kyiv, 04210, Ukraine

e-mail: yuriy_dolzhenko@ukr.net

Homo sapiens is one of the most polymorphic mammalian species, including in terms of skull structure. Dynamic changes in craniological characteristics are noticeable not only in paleo-populations but also in the modern period. It is important to study the physical type of *Homo sapiens* to identify many controversial issues in the morphology and racial genesis of the 14th – 19th cent., including the inhabitants of Ukraine in general and Chernihiv-Siverian region in particular.

The aim of the work is to determine the peculiarities of Mongoloid features manifestation on the skulls of Chernihiv-Siverian region inhabitants in the 17th – 19th cent.

The author studied 53 female skulls (Baturyn – 33; Liubech – 3; Vypovziv – 5; Chernihiv – 3; Zalutske – 3; Oster – 6) and 126 male skulls (Liubech – 2; Oster – 4; Rohyntsi – 1; Vypovziv – 3; Baturyn – 76; Hlukhiv – 1; Chernihiv – 21; Pryluky – 1; Zalutske – 5; Chernihiv province – 12). To quantitatively assess

the degree of Mongolian features manifestation, traditional indices were used: the overall index of facial skeleton flattening (OIFSF), the preauricular facio-cerebral index (PFCI), the conditional share of the Mongoloid element (CSME). The data description and analysis were carried out using indicators according to which the value of OIFSF less than 20 and the PFCI less than 90.6 are indicative of «pure» Europoids, while OIFSF greater than 80 and the PFCI greater than 96.8 are indicative of «pure» Mongolians.

When calculating the facial skeleton flattening indices, it was found that the male and female craniological samples of Chernihiv-Siverian region in the 17th – 19th cent. were Europoid, but the value of OIFSF in the male group (18.3) was lower than in female one (26.9). According to the ratio of the facial and cerebral parts, the male skulls turned out to be more Europoid than the female ones (the PFCI was 89.3 and 88.8, respectively). When calculating the CSME, it was found that in the male sample, the percentage was slightly higher than in the female series, but the CSME was negative and very small: –8.2 in the male group and –1.1 in the female one.

Thus, the Mongolian admixture in the studied men did not manifest itself. A very slight Mongoloid admixture was noted in women, since the overall index of facial skeleton flattening in them exceeded the Europoid norm. So, the male group was more Europoid than the female group.

Górecka K., Krzyżanowska M.

**FREQUENCY OF USING ALTERNATIVE THERAPY FORMS
AMONG PERI- AND POSTMENOPAUSAL WOMEN EXPERIENCING
VASOMOTOR MENOPAUSAL SYMPTOMS.**

*University of Wrocław
Stanisława Przybyszewskiego, 63, Poland
e-mail: katarzyna.gorecka@uwr.edu.pl*

Introduction: Vasomotor symptoms (VMS), such as hot flashes, night sweats, and excessive sweating, are the most common and bothersome menopausal symptoms. Available methods for alleviating VMS include menopausal hormone therapy (MHT) and alternative therapies (AT). Increasingly, literature indicates a growing interest in unconventional menopausal therapies among women experiencing VMS. This trend is associated with increased awareness among women about the types, forms, availability, and effects of these therapies. However only few studies in this field consider the broad spectrum of AT, the varied menopausal status of women, and the frequency and severity of experienced VMS. The aim of the research was to assess the frequency of AT usage among peri- and postmenopausal women experiencing VMS.

Materials and Methods: The study utilized survey data collected from 525 women in the peri- (n=282) and postmenopausal (n=243) women. The questionnaire collected information about AT and experienced VMS. AT included the use of herbs, phytoestrogens, menopausal dietary supplements,

non-menopausal dietary supplements, and using alternative techniques such as homeopathy and acupuncture. The study considered the frequency and intensity of experienced VMS. The collected data were statistically analyzed using Statistica software (version 13.0).

Results: The study primarily involved residents of medium-sized cities and large urban agglomerations, where the net income per family member exceeded 3000 PLN. Perimenopausal women significantly more often reported a higher level of education ($\chi^2 = 21,017$, $p < 0.001$) and, along with early postmenopausal women, were significantly more likely to be employed ($\chi^2 = 23,017$, $p < 0.001$) compared to late postmenopausal women. The average age of the participants was 51.7 years ($SD = 6.0$). Women in late postmenopause significantly more frequently experienced VMS (hot flashes $\chi^2 = 55,449$, $p < 0.001$; night sweats $\chi^2 = 27,899$, $p < 0.001$; excessive sweating $\chi^2 = 19,186$, $p < 0.001$) compared to perimenopausal and early postmenopausal women. Similarly, late postmenopausal women significantly more often reported a higher frequency of hot flashes ($\chi^2 = 20,353$, $p < 0.01$) and night sweats ($\chi^2 = 16,843$, $p < 0.01$) and greater severity of hot flashes ($\chi^2 = 15,898$, $p < 0.05$) compared to perimenopausal and early postmenopausal women. The analysis of AT use frequency showed that early postmenopausal women significantly more often ($\chi^2 = 9,469$, $p < 0.05$) used AT. Among the AT, the most chosen were the use of herbs ($\chi^2 = 15,701$, $p < 0.01$) and menopausal dietary supplements ($\chi^2 = 24,652$, $p < 0.001$). No significant differences were found for the use of superfoods ($\chi^2 = 1,472$, $p = 0.689$), phytoestrogen-based preparations ($\chi^2 = 1,200$, $p < 0.753$), vitamins ($\chi^2 = 0,657$, $p < 0.883$), micro and macroelements ($\chi^2 = 6,531$, $p < 0.088$), and for using alternative techniques such as homeopathy and acupuncture ($\chi^2 = 0,321$, $p < 0.956$). Among the most frequently chosen herbs were red clover, hop cones, and ashwagandha. Meanwhile, the most popular menopausal dietary supplements were primarily based on red clover and hop cones.

Conclusions: The most preferred AT among peri- and postmenopausal women experiencing vasomotor symptoms of varied frequency and intensity were the use of herbs in both raw form and as menopausal dietary supplements rich in extracts from red clover and hop cones. Women less frequently reach for AT such as acupuncture, homeopathy, superfoods, which, according to literature, show lesser efficacy in alleviating VMS.

Kuts B., Horodetska O.

**MEDICAL-SOCIAL ASSESSMENT OF ADOLESCENTS
WITH DERMATO-COSMETOLOGICAL PATHOLOGY:
PREREQUISITES OF THE OCCURRENCE**

*National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya
21018, Ukraine, Vinnytsia, Pirogov str., 56
e-mail: danotchka@gmail.com*

The healthy lifestyle structure includes various elements that relate to all aspects of health such as physical, mental, social, and spiritual. According to

most authors, a healthy lifestyle includes the following main components that relate to: compliance with the rules of personal hygiene, rational nutrition; optimal movement mode; absence of harmful habits; and satisfaction with the need for physical activity.

Today, an unfavorable demographic trend is observed. Morbidity among young people is high, diseases become chronic, and the number of young people who belong to groups of increased medical and social risk is increasing. Dermatological and cosmetic diseases in young people are no exception. Based on a detailed analysis of the prevalence, risk factors, conditions, and lifestyle of dermato-cosmetic diseases and an assessment of the medical care quality for this patients category, we set the goal to develop a set of recommendations aimed at improving preventive care for adolescents. During the study, the literature was analyzed, statistical data on the prevalence of dermatological and cosmetological pathology in Vinnytsia were used and a questionnaire was developed, which formed the basis of the empirical part of the study. The survey of teenagers (500 participants aged 13–16) in Vinnytsia was conducted using a formal questionnaire (anonymous questionnaire), which was filled out independently by respondents in groups and classes. Each age group was divided into main and control groups. The questionnaire allowed us to determine the teenagers' awareness regarding the problem, presence, and risks of the pathology.

The comparative analysis of the pathological lesions incidence in young people showed a high prevalence of dermatological diseases of the skin and subcutaneous tissue, among which acne is the most common (35.8%), followed by dermatitis (seborrheic, contact, and atopic) (30.4%) and diseases accompanied by desquamation (13.6%). Risk factors for skin and cosmetic diseases are common among high school students: 49.3% do not follow a sleep regimen, 20.9% do not follow a daily routine, 34.5% do not follow a diet. Factor analysis confirms the data reliability. According to the statistical processing data, the most important factors that could be the precondition for the pathologies occurrence are excessive mental workload (47.0%) accompanied by hypodynamism (33.8%) and irrational nutrition with the undesirable components consumption, as well as the presence of endocrine system or gastrointestinal tract chronic diseases (20.8%). The risk factors are more common among girls. Dermatological and cosmetic diseases mostly develop at the age of 12–14 and affect the patients' lifestyle (66.3%).

Almost a quarter of high school students (20.7%) report that the interest of their peers in their problems has increased, due to which some teenagers avoid communication with friends. The majority of high school students (52.3%) do not have the necessary knowledge about skincare methods, as well as about dermatologists and cosmetologists who provide dermatological and cosmetology care. Teenagers who are looking for such information prefer to receive it at school

(64.0%), youth centers or beauty salons (26.7%), and skin and venereology dispensaries (4.2%).

As a result of the study the practical recommendations for assessment of the problem situation, measures to create a favorable environment for improving conditions and quality of life and preventive care for young people were developed. In particular, the priority directions for solving current challenges are: researching to determine measures for active prevention of youth health disorders; health assessment; the modern technologies of diagnostics and corrections using at the stage preceding the disease; morbidity risk factors monitoring and subsequent preventive measures; supporting and improvement of cooperation between authorities, teaching staff and health care facilities; increasing the population education level. A key element and driving force in solving the social adaptation problem is the access to social medicine, which helps them cope with the consequences of their problems after illness.

Lytvynenko A., Lyubchych B., Kaleinikova O.

EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS COMBINED WITH CHRONIC KIDNEY DISEASE CAUSES SPERMATOGENESIS DISORDERS IN MICE

Bogomoletz Institute of Physiology, National Academy of Sciences of Ukraine

Bogomoletz street 4, Kyiv 01024, Ukraine

e-mail: alina_lit@ukr.net

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic and endocrinological disorder which can lead, especially when not well-managed, to acute and chronic complications. Thus, DM is one of the leading causes of chronic kidney disease (ChKD). According to the data of International Diabetes Federation for 2023 approximately 30 to 40% of people living with diabetes developing ChKD. In addition, negative effect of DM has been associated with male infertility and sexual dysfunctions by several authors according to evidence in animal models and humans. However, available data concerning male reproduction under this condition are based on heterogeneous studies, relatively small cohorts, and results are often discordant and frequently not directly comparable.

The aim of the present study is to evaluate effects of experimental diabetes mellitus combined with chronic kidney disease on spermatogenesis and sperm quality.

Experiments (two series) have been conducted on 80 male Albino white laboratory mice (weighing 25–30 g) in compliance with all requirements for work with laboratory animals (International European Convention for the Protection of Vertebrate Animals, Strasbourg, 1986).

The model of DM type 2 was reproduced by administration of 120 mg/kg nicotinamide (internally peritoneally), then after 15 min, 70 mg/kg streptozotocin (internally peritoneally) once a day with an interval of one day (1, 3, 5 days). In connection with the long experiment, an additional, fourth, introduction was carried out on the sixth week of the experiment.

The model of experimental chronic kidney disease (EChKD) was reproduced by immunizing animals with kidney homogenate. Immunization was performed 4 times intraperitoneally once a day at the rate of 10 μ l of suspension per 10 g of mouse weight according to the following scheme: on the day 22, 24, 26 and 47 (on the seventh week) from the beginning of the experiment. Testicles were collected on the day 50 from the beginning of the experiment in mice with hyperglycemia greater than 14.0 mmol/L (14.7 mmol/L to 19.3 mmol/L).

Under the conditions of experimental diabetes mellitus combined with chronic kidney disease, we evaluated the ratio of different generations cells of spermatogenic epithelium (%) in the testes; the number of living, apoptotic and necrotic cells within the testis (primary spermatocytes) and epididymis (spermatozoa); the spermatozoa amount (millions/ml) and the abnormal spermatozoa rate (%).

It was established that under the conditions of experimental DM2 combined with ChKD, spermatogenesis was impaired, in particular, relative to the control: 1) the spermatocytes number decreased 1.59-fold and the spermatids number in the testicles decreased 2.09-fold; 2) the live testicular cells (spermatocytes (primary)) number decreased 1.3-fold, and the apoptotic cells number increased 2.01-fold, and necrotic cells increased 4.67-fold. Also, the quality of sperm deteriorated, in particular, compared to the control: 1) the spermatozoa number decreased 1.38-fold; 2) the abnormal spermatozoa total number increased 3.06-fold, while primary abnormalities increased 4.25-fold; 3) the epididymis live cells (sperm) number decreased 1.39-fold, and the apoptotic and necrotic cells number increased 3.5-fold and 3.18-fold.

Thus, under the conditions of experimental diabetes combined with chronic kidney disease, there is a disorder of spermatogenesis and deterioration of sperm quality, which requires further investigation, in particular, a research of such violations possible correction.

Tiupova T., Tkaczenko H., Hetmański T., Kurhaluk N.

**LEVELS OF TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY IN MUSCLE TISSUE
AND HEPATOPANCREAS OF GROVE SNAIL (*CEPAEA NEMORALIS* L.)
COLLECTED FROM AREAS WITH DIFFERENT LEVELS
OF ANTHROPOPRESSURE**

*Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk
22a Arciszewskiego Str., 76-200 Słupsk, Poland
e-mail: tyupova@gmail.com; halina.tkaczenko@upsl.edu.pl*

The grove snail (*Cepaea nemoralis* L.) is a common terrestrial gastropod found in a variety of habitats, ranging from pristine natural environments to those heavily impacted by human activities (Nicolai and Ansart, 2017). Anthropogenic pressures such as urbanisation, industrialisation and agricultural practices can introduce contaminants and environmental stressors that can affect the health

and physiology of wildlife inhabiting these areas (Lefcort et al., 2015; Wiley et al., 2022). Total antioxidant capacity (TAC) is a measure of the cumulative antioxidant defences present in biological tissues, reflecting the ability to neutralise reactive oxygen species (ROS) and mitigate oxidative damage. In organisms exposed to environmental stressors, changes in TAC levels can serve as indicators of oxidative stress and potential effects on health and fitness (Pinchuk et al., 2012; Marques et al., 2014; Rubio et al., 2016). Muscle tissue and the hepatopancreas are important organs involved in metabolic processes, detoxification and antioxidant defence mechanisms in gastropods such as the grove snail (Itziou and Dimitriadis, 2011; Mleiki et al., 2017; Dhiman and Pant, 2021). Assessing TAC levels in these tissues provides insight into the antioxidant status and oxidative stress responses of snails inhabiting areas with varying degrees of anthropogenic impact. In this study, we investigate the levels of total antioxidant capacity (TAC) in muscle tissue and hepatopancreas of grove snails collected from areas with different levels of anthropogenic pressure. By comparing TAC levels between snails from pristine natural habitats and those from sites with varying degrees of human disturbance, we aim to elucidate the influence of anthropogenic pressure on antioxidant defences in *C. nemoralis*.

A species of land snail was used in the study, e.g. grove snail (*Cepaea nemoralis* L.), which was divided into three study groups according to the level of pollution in a given area: Group 1 – snails of this group were collected directly from a very busy road (Słupsk, 54°27'57"N 17°01'45"E; Kobylnica, 54°26'30"N 17°00'01"E), group 2 – snails of this group were collected at a distance from a busy road (more than 500 m) (Słupsk, 54°27'57"N 17°01'45"E; Głobino, 54°26'03"N 17°06'48"E; Bydgoszcz, 53°07'30"N 18°00'40"E), and group 3 – snails of this group were collected at a considerable distance from buildings and car traffic (Cecenowo, 54°38'34"N 17°32'31"E). Tissue samples (muscle, hepatopancreas) from grove snails were used for the experiments. These tissue samples, isolated from the snail body, were homogenised in ice-cold buffer (100 mM Tris-HCl, pH 7.2). The tissue was rinsed with cold isolation buffer and homogenised on ice in an H500 homogeniser using a motorised pestle. The supernatant was collected and frozen at -25°C for biochemical analysis. Protein content was determined by the method described by Bradford (1976) using bovine serum albumin as standard. The absorbance was recorded at 595 nm. All enzyme assays were performed at $22.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ using a Specol 11 spectrophotometer (Carl Zeiss Jena, Germany). Enzyme reactions were initiated by the addition of tissue supernatant. The total antioxidant capacity (TAC) of the sample was estimated spectrophotometrically at 532 nm according to the Tween 80 oxidation method (Galaktionova et al., 1998). The mean \pm S.E.M. values were calculated for each group to determine the significance of the differences between the groups. The Kruskal-Wallis one-way analysis of variance with rank

test was used to assess the differences between the groups studied (significance level, $p < 0.05$). Correlations between parameters at the set significance level ($p < 0.05$) were determined by the regression method. Interactions were determined using Spearman's rank (Zar, 1999). All statistical calculations were performed on separate data from each individual using STATISTICA version 13.3 (TIBCO Software Inc., USA).

The results of our research showed that the highest level of total antioxidant capacity in the muscle tissue of wild snails was recorded in the group of snails collected directly next to a busy road (group 1) and amounted to ($70 \pm 0.31\%$), the lower – in the group of snails collected at a considerable distance from buildings and car traffic (group 3) and amounted to ($67.76 \pm 0.88\%$), and the lowest – in the group of snails collected further away from buildings and car traffic (group 2) and amounted to ($66.18 \pm 0.68\%$). Statistically significant changes were observed between the values of total antioxidant capacity in muscle tissue in groups 2 and 3 (by 94% and 97%, respectively, $p < 0.05$) compared to group 1. Analysing the results of the level of total antioxidant capacity in the hepatopancreas, the highest level of this indicator was recorded in the hepatopancreas of snails collected directly next to a very busy road (group 1) and amounted to ($64.47 \pm 0.5\%$). A slightly lower level was found in the hepatopancreas of snails collected further away from buildings and traffic (group 2) and amounted to ($63.44 \pm 0.68\%$), while the lowest level was found in the hepatopancreas of snails collected at a considerable distance from buildings and traffic (group 3) and amounted to ($62.25 \pm 0.88\%$). Statistically significant changes were observed between the values of total antioxidant capacity in the hepatopancreas of group 1 and group 3 (by 3.5%, $p < 0.05$). To summarise the results of our research on the levels of total antioxidant activity in the muscle tissue and hepatopancreas of snails collected directly next to a very busy road (group 1), further away from the busy road (group 2) and at a considerable distance from buildings and car traffic (group 3), it has been shown that the levels of TAC in the muscle tissue and hepatopancreas of the first group are increased compared to the values obtained in the second and third groups.

Our results show that anthropogenic activities have a discernible effect on the antioxidant defences of grove snails. Snails from areas with higher anthropogenic pressure have higher TAC levels compared to those from pristine natural habitats, indicating potential oxidative stress induced by environmental pollutants. Differences in TAC levels between muscle tissue and hepatopancreas highlight organ-specific responses to anthropogenic pressures. Differences in metabolic activity, detoxification capacity and exposure routes may contribute to different antioxidant responses in these tissues, reflecting the multifaceted nature of oxidative stress in snails. The observed changes in TAC levels highlight the importance of antioxidant defences in mitigating

oxidative damage and maintaining physiological homeostasis in gastropod snails exposed to anthropogenic stressors. Changes in antioxidant status may have implications for snail health, fitness and population dynamics in human-modified landscapes. Understanding the effects of anthropogenic stressors on antioxidant defences in grove snails is essential to inform conservation strategies and habitat management practices. Further research is needed to elucidate the specific mechanisms underlying the observed changes in TAC levels and oxidative stress responses in grove snails. Longitudinal studies incorporating additional biomarkers of oxidative stress and assessing population-level effects may provide deeper insights into the effects of anthropogenic pressures on snail physiology and ecology.

The study was carried out as part of the statutory activities of the Institute of Biology, Pomeranian University in Slupsk (Poland).

Zadorozhna M., Yanchii R.

QUERCETIN ALLEVIATES LIPOPOLYSACCHARIDE-INDUCED CELL DEATH IN THE THYMUS AND LYMPH NODES

Bogomoletz Institute of Physiology, NAS of Ukraine

4 Bogomoletz str, Kyiv, Ukraine, 01024

e-mail: maryna.zadorozhna@ukma.edu.ua

Cell death and inflammation are the key pathological reactions of endotoxemia caused by the action of gram-negative bacterial endotoxin, the main component of which is lipopolysaccharide (LPS). Activation of inflammatory signaling pathways is one of the earliest innate immune responses to an infection. There was previously found that endotoxemia significantly increases the necrotic death of thymus and lymph node cells. The plasma membrane integrity violation and the release of cellular contents have a strong proinflammatory and immunogenic effect, which leads to increased inflammation and prolongation of its duration. In addition, there was found an increase in apoptotic death of immunocompetent cells. Under the normal conditions, apoptotic cells should be effectively absorbed by phagocytes to prevent the release of cellular components and following immune system activation. However, increased apoptosis cell rate leads to a massive accumulation of apoptotic bodies. On condition that the clearance of these cells may be impaired, the accumulated apoptotic cells may undergo secondary necrosis and release intracellular components. The interplay between the inflammation process and immune cell death is required for the formation of adequate immune response during bacterial infection. However, if it is unbalanced, these cellular and molecular interactions can lead to progression, intensifying, and prolongation of the inflammatory process. This challenging nexus creates an urgent need for discovery of agents that are able to interrupt the pathological process and attenuate the inflammation. Quercetin is an essential flavonoid that attracts considerable interest as a promising anti-inflammatory

and antioxidant agent. The aim of this study was to research a quercetin effect on the viability and death of thymus and lymph node cells under experimental endotoxemia.

The endotoxemia model in female Albino mice (18-20 g) was simulated by intraperitoneal injection of LPS (3 mg/kg). The cell death was determined by double *in situ* staining using fluorescent nucleic acid dyes. Quercetin (0.30 μM) was administered intraperitoneally 15 h before LPS administration (series I – prophylactic administration) or 9 h after LPS injections (series II – therapeutic administration). In 24 h after LPS administration, the mice were euthanized under ether anesthesia and their thymus and lymph nodes were sampled.

The results showed that the prophylactic quercetin administration increased cell viability and decreased the amount of necrotic and apoptotic cells in both thymus and lymph nodes ($p < 0.05$). The therapeutic quercetin administration significantly increased the viability of thymocytes by reducing necrosis ($p < 0.05$). The apoptosis rate did not change significantly. The therapeutic quercetin administration did not affect the viability and death of lymphocytes.

Consequently, there was shown that prophylactic quercetin administration had a cytoprotective effect, which was confirmed by a decrease in necrotic and apoptotic death of immunocompetent cells. The reduction of necrosis also indicates quercetin anti-inflammatory properties. Further research is needed to establish the mechanism of quercetin action and develop schemes for its therapeutic use. At this point scientific and practical interests merge together, so they will allow to propose adequate approaches for the disease treatment induced by endotoxin of gram-negative bacteria.

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК
INDEX OF AUTHORS**Латиниця****A**

Akhmedova V., 308
Andrianova T., 271
Andriushchenko O., 270

B

Balatskyi V., 339
Barkhatova A., 179
Bartkowska A., 225
Bayliak M., 75, 340
Berezovska M., 271
Berezovskyi V., 339
Brodyak I., 87, 90, 103
Bronnikova L., 178
Bunyak V., 273
Buyun L., 274

C

Chala D., 74, 76
Chekhun V., 287
Chrzanowska E., 133
Chyzh A., 179
Cieplak E., 227
Czech L., 311

D

Demianchuk O., 75, 339
Demydenko V., 181
Denisow B., 133
Derkachov V., 340
Diemientiew G., 311
Dmytruk K., 183
Dodon D., 75
Dolzhenko Yu., 341
Dzhura N., 226

F

Faggio C., 104
Fedorenko V., 19, 179, 187
Fedorovych D., 183
Firlong-Lauda O., 311

G

Gnatyshyna L., 104
Górecka K., Krzyżanowska M., 342
Gospodaryov D., 75
Gradziuk M., 20
Gromyko O., 19
Grudniewska J., 96
Gylyte B., 104

H

Hetmański T., 78, 346
Hnatush S., 273
Honcharenko V., 274
Horodetska O., 343
Hrytsak V., 226
Hubaryk V., 273

I

Impellitteri F., 104

K

Kaleinikova O., 345
Kamiński P., 78, 82
Kaplun A., 278
Kapus' I., 18
Khoma V., 104
Khovanets A., 340
Komplikevych S., 273
Krasii M., 76
Krzyżanowska M., 227, 342
Kucharska A. Z., 87, 90, 103
Kulyk M., 182
Kurhaluk N., 20, 78, 82, 91, 93, 99,
274, 346
Kurylenko O., 187
Kurysz U., 227
Kuts B., 343

L

Ławrenowicz K., 311
Litovka A., 93
Liu W., 183
Lomov A., 87
Lukash O., 93
Lukianova N., 287

Lysenko O., 308
Lytvynenko A., 345
Lyubchych B., 345

M

Maksymowicz P., 228
Malyuk O., 88
Manusadžianas L., 104
Marchenko M., 184
Martyniuk O., 287
Martyniuk V., 104
Maslovska O., 273
Matiytsiv N., 186
Matskiv T., 104
Melnyk V., 88
Michalek S., 133
Moroz A., 87, 90, 103
Multisanti C. R., 104
Mushii O., 287
Myronov S., 134
Mytsak O., 18

N

Natalia Kurhaluk N., 96
Naum J., 87
Nowak A., 185

O

Osadowski Z., 23, 311
Osmólska U., 93
Ostash B., 182

P

Pasyutin S., 309
Pavlova A., 287
Pękala-Safińska A., 96, 274
Piekutowska M., 311
Popova O., 134
Prokopiv A., 274

R

Rak M., 340
Raspopina A., 186
Rebets Y., 187
Roman I., 19
Romaniuk O., 226
Rusakova M., 184

S

Sabadashka M., 74, 76
Shestopal O., 181
Shtabska J., 90
Sibirny A., 183
Sobisz Z., 23
Stoliar O., 104
Strashnova I., 270
Sulborska-Różycka A., 25
Sybirna N., 74, 76, 87, 90, 103
Szmyjda S., 91

T

Tiupova T., 93, 346
Tkaczenko H., 20, 78, 82, 91, 93, 96,
99, 274, 346
Tomin V., 78
Trach Y., 103
Truchan M., 23
Tsyrulnyk A., 183

U

Urbański H., 311
Uruska M., 90

V

Veklich T., 88
Vonsovych V.-A., 187

W

Włodarkiewicz A., 78
Wolny K., 185

Y

Yanchii R., 349
Yunko K., 104
Yushchuk O., 179

Z

Zabolotna M., 104
Zaderey N., 181
Zadorozhna M., 349
Zadvornyi T., 287
Zaitseva I., 178
Zambriborshch I., 181
Zhadan M., 278
Zinchuk D., 273
Ziomek-Opalińska E., 311

Кирилиця**А**

Абрамчук М., 27
Агафонов Д., 217
Андріїв Р., 40
Антоняк Г., 199
Арсенюк Б., 41

Б

Бабський А., 41, 43, 55
Байлюк М., 313
Байляк М., 59, 64, 314
Балацький В., 314
Бандура Ю., 57, 58, 61
Бартишева В., 57
Бархатова А., 136
Бачинська Б., 137
Бачинська Л., 316
Бедрило А., 317
Белаєва Я., 292
Библик Д., 289
Бичкова С., 313, 316, 319, 322, 324,
327, 335, 336
Бичкова С. М., 319
Білик Ж., 209, 213
Бішоф Н., 286
Богославець А., 188
Боднарчук Н., 44, 47, 53
Бойко А., 28
Бойко Т., 290
Борецька І., 189
Борисова Т., 323
Бродяк І., 63
Бунас А., 196
Буняк В., 237, 243
Буняк Р., 190
Бура М., 40, 45
Буцяк М. В., 238

В

Вальчук М., 155
Василюк С., 203, 326
Васьків О., 280
Ведибіда О., 139
Великий В., 239
Величко Н., 124
Венескі М., 175

Виліос В., 240
Виноградський Б., 45
Винярчук Я., 192
Вовканич Л., 55, 333
Вознесенська Т., 239
Войтович М., 242, 261
Волошанська С., 38
Волошина І., 146, 158
Волошин О., 293
Воробець Н., 240, 246, 252, 254, 258
Вронська І., 237, 243, 251

Г

Гавриленко К. В., 193
Галенова Т., 216, 285
Галицька Н., 106, 110
Галицький Т., 110
Галушка А., 262
Гарасим Н., 44, 47, 53
Гафич Т., 107
Гачкова Г., 66, 70
Гедзюк В., 17
Гембара М., 245
Генега А., 48, 50, 54
Гнатуш С., 237, 238, 243, 245, 249,
251, 256, 259, 262, 264, 265,
268
Гнатчук І., 313, 316
Головка В., 109
Голуб Н., 137, 163, 172
Гончаренко В., 37, 106, 110, 125
Горбатов А., 267
Горбулінська С., 30
Господарьов Д., 314
Град М., 140
Грачова Д., 246
Грицак В., 189
Громико О., 140, 150, 153, 156, 159,
170
Губарик В., 237, 251
Гусак-Шкловська З., 281
Гусейнова К., 158

Д

Даниленко Є., 194
Данилик І., 222
Данилів О., 248, 255
Данило І., 249

Данкович Х., 142
Данко Ю., 107, 111
Дворецький В., 196
Демко І., 112
Дем'янчук О., 64
Джура Н., 27, 32, 35, 189, 192
Дзюба О., 292
Дика М., 51
Дмитраш-Вацеба І., 114
Дмитрук К., 161
Довбинчук Т., 323
Додевич Ю., 282
Допта А., 30
Дранчук Т., 330
Драч Ю., 206, 221
Дубан Р., 143
Духновський С., 198
Душар М., 148
Дякунчак М., 294

Ж

Жбадинська Х., 320
Жигаль Н., 199
Жолобович І., 296

З

Заблоцький А., 115
Задерей Д., 246
Закрасов О., 292
Запотічна Ю., 322
Зброцький А., 58
Звір Г., 248, 255
Зинь А., 44, 47
Зінкевич А., 248, 255
Зінчук Д., 243, 251
Зотова О., 174
Зубкович І., 122

І

Іваночко М., 59
Ільків М., 41
Іскра Р., 317, 320
Іщук А., 323

К

Кабай А., 201
Канюка О., 57, 58, 61
Капець Н., 127

Капрусь І., 218
Кашуба О., 62, 283
Кістриця Ю., 252, 254
Клепач Г., 294
Книш І., 248, 255
Коберенко В., 43
Кобилецька М., 107, 111
Ковалевська Л., 62, 283
Коваль І., 256
Ковальчук С., 320
Козій Л., 297
Козінін М., 199
Кокот Є., 324
Колосова Л., 202
Комісаренко А., 145
Комплікевич С., 237, 243, 249, 251,
256

Конечна Р., 152
Копак Н., 326
Корбуш М., 323
Король В., 145
Король Т., 313, 316, 322
Косинська Т., 146
Косточко А., 44
Кость Н., 203
Котовська М., 175
Кошла О., 171
Кравець В., 148
Кравчинський Р., 214
Крук М., 149
Кудласевич Л., 45
Кузеляк Х., 258
Кузич О., 199
Кукуян С., 150
Кулагіна Є., 283
Кулаківська А., 152
Кухарська А., 63

Л

Лабінець Ю., 259
Лелека Д., 205
Лизак О., 161
Лилик М., 61
Лобай С., 242, 261
Лобачевська О., 14
Ломов А., 63
Лужецький А., 171
Луців А., 45

Лушак В., 59, 314

Любас Н., 317

Любінська А., 292

Люта М., 61

М

Мазур Г., 330

Майсак В., 132

Макаренко Е., 194

Макарик А., 262

Макар О., 289, 293, 296

Макух Г., 148, 166, 167, 168

Малова Т., 117

Мамчур З., 190, 201, 206, 221

Манько Б., 330

Манько В., 330

Маркевич С., 153

Мартинів Ю., 254

Масловська О., 237, 243, 249, 251,
256

Матвієнко Н., 264

Матійців Н., 148, 166, 167, 168, 174

Машталер О., 117

Мегалінська Г., 194, 209, 213

Мельник М., 155, 262

Мельник С., 175

Менів Н., 262

Микитин А., 206

Микицький Л., 327

Михайлюк С., 32, 208

Михаленич О., 333

Михальська С., 145

Мовчан А., 209

Мойсієнко І., 124

Монастирська С., 220

Мончаківська А., 62

Мороз А., 63

Мороз М., 31

Мороз О., 238, 245, 259, 264, 265,
268

Мушинська В., 150

Н

Нагалєвська М., 67, 69, 71

Назаренко Л., 148

Налапша Ю., 47

Наливайко Л., 332

Наум Ю., 63

Нечипорук Т., 211

Новгородський А., 118

О

Одінцова А., 109, 119

Орел Д., 156

Осташ Б., 142, 162, 171, 175

Островський Р., 110

Охович А., 64

П

Павлишак Я., 112

Павлик Я., 175

Пазур Н., 256

Пацула В., 48

Пацула О., 299

Пелех С., 256

Передерій Д., 328

Перетятко Т., 242, 261

Пермяков В., 66

Петрин Т., 67, 69, 71

Петрух А., 146

Писко О., 51

Плахощька Д., 43

Плесков І., 213

Погоріла К., 330

Потупа В., 158

Присяжнюк М., 119

Прихідько А., 214

Прокопів А., 121

Процак В., 50

Прудіус О., 216, 285

Пудилик М., 121

Р

Рабик І., 122, 222

Радонь О., 69

Рассказова А., 319

Рибчук А., 153, 159

Римська К., 299

Рогач В., 297, 300

Рогач Т., 290

Роман І., 140, 156, 170

Романович М., 188, 208

Романов С., 161

Романченко О., 217

Романюк Н., 28, 289, 293, 296, 302,
304, 306

Руденко В., 162

Рудич А., 34

Русин І., 198, 211, 224

Рябіна Л., 286

С

Савера К., 300

Семко Я., 163

Семочко О., 40

Сенів Х., 333

Сербин Л., 316

Сибіль М., 45

Сибірна Н., 57, 58, 61, 63, 66, 67,
69, 70, 71

Сибірний А., 161

Сидоров С., 331

Сирватка В., 150, 156, 165

Сідак С., 218

Скобель Н., 124

Сливка І., 156

Смерека У., 265

Смерик Ю., 165

Смоленська А., 166

Собечко С.-Т., 167

Сокальська А., 70

Солдат А., 125

Сопушинська Т.М., 302

Сорока Х., 220

Стандіо В., 127

Станішевська Л., 53

Старенька Ю., 35

Стасик О.В., 72, 280, 282

Стасик О.Г., 72, 280, 282

Стасюк О., 125

Степанишин А., 139

Степанюк С., 71

Стрижеус В., 145

Т

Тарабун М., 128

Тарновська А., 48, 50, 54

Теглівець С.Я., 304

Тиркус М., 149, 168

Тищенко О., 168

Тістечок С., 150, 153, 156, 159

Ткач Є., 196

Толстанова Г., 323

Торовик-Другова А., 332

Трофімчук Д., 221

У

Упагова І., 34

Ф

Фанта А., 41

Федоренко В., 136, 139, 140, 142,
143, 153, 159, 165, 170, 171,
177

Федьків М., 333

Фещенко Н., 129

Форте М., 286

Футерко В., 335

Х

Хамуляк З., 55

Ханик Ю., 248, 255

Хильчук О., 170

Хомей Я., 109, 130

Ц

Цайлер К., 286

Цвілінюк О., 188, 208, 214

Цедуляк В.-М., 142, 171

Цибулька С., 172

Цісарик О., 156

Ч

Чеботар С., 281

Чемьоркіна В., 54

Чернікова Н., 305

Чишко М., 132

Чорна Л., 172

Чухань Т., 37

Ш

Шалай О., 174

Шалай Я., 41, 43

Шаховніна О., 267

Шиманська І., 148, 166, 167

Шимончук Т., 268

Шкоропад О., 306

Шмигельська С., 174

Шпак Ю., 175

Штапенко О., 150

Шупарська О., 72

Щ

Щепелева О., 124

Щирба І., 336

Ю

Юзьвяк М., 337

Юсковець М., 222

Ющук О., 136, 139, 143, 177

Я

Яворська Г., 238, 240, 245, 246, 252,
254, 258, 259, 268

Якимець Ю., 38

Янчук В., 224

Яремчук М., 40

Ярославська Ж., 292

Ярута Б., 177

Яцикович Р., 190

Наукове видання

Молодь і поступ біології

Тези доповідей

XX Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів
18–20 квітня 2024 р., м. Львів

Редактор – Л. Сідлович

Комп'ютерна верстка – В. Демчук

Відповідальний за випуск – О. Цвілинюк

Youth and Progress of Biology

Abstracts

of XX International Scientific Conference for Students and PhD Students
April 18–20, 2024, Lviv, Ukraine

Editor – L. Sidlovych

Page proof – V. Demchuk

Responsible for the publication – O. Tsvilynyuk

Підп. до друку 25.04.2024. Формат 70×100/16.

Умовн. друк. арк. . Наклад 80 прим.

Гарнітура Times New Roman.

Папір офсетний. Друк офсетний.