МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БОТАНІКИ ІМ. М. Г. ХОЛОДНОГО
МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ВИЩОЇ ОСВІТИ ПОЛЬЩІ
ПОМОРСЬКА АКАДЕМІЯ В СЛУПСЬКУ (ПОЛЬЩА)
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МАРІЇ КЮРІ-СКЛОДОВСЬКОЇ У ЛЮБЛІНІ (ПОЛЬЩА)
УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК У ЛЮБЛІНІ (ПОЛЬЩА)

XIX МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ,
присвячена 90-річчю
від дня народження академіка НАН України,
професора Шеляга-Сосонка Юрія Романовича

МОЛОДЬ І ПОСТУП БІОЛОГІЇ

(ЛЬВІВ, 26-28 КВІТНЯ 2023 РОКУ)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ЛЬВІВ – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БОТАНІКИ ІМ. М. Г. ХОЛОДНОГО
МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ВИЩОЇ ОСВІТИ ПОЛЬЩІ
ПОМОРСЬКА АКАДЕМІЯ В СЛУПСЬКУ (ПОЛЬЩА)
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МАРІЇ КЮРІ-СКЛОДОВСЬКОЇ У ЛЮБЛІНІ (ПОЛЬЩА)
УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК У ЛЮБЛІНІ (ПОЛЬЩА)

МОЛОДЬ І ПОСТУП БІОЛОГІЇ

XIX МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ І АСПІРАНТІВ
(ЛЬВІВ, 26-28 КВІТНЯ 2023 РОКУ)

ЗБІРНИК ТЕЗ

Ivan Franko National University of Lviv

Faculty of Biology of Ivan Franko National University of Lviv

Institute of Biology and Earth Sciences Pomeranian University in Slupsk, Poland

M.G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Sciences of Ukraine

Institute of Biological Sciences and Botanical Garden of the Maria Curie-Skłodowska University in Lublin

Faculty of Environmental Biology University of Life Sciences in Lublin

ЛЬВІВ – 2023

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
IVAN FRANKO NATIONAL UNIVERSITY OF LVIV
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
M.G. KHOLODNY INSTITUTE OF BOTANY OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION REPUBLIC OF POLAND
POMERANIAN UNIVERSITY IN SŁUPSK (POLAND)
MARIA CURIE-SKŁODOWSKA UNIVERSITY IN LUBLIN (POLAND)
ENVIRONMENTAL BIOLOGY OF THE UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN LUBLIN (POLAND)

YOUTH AND PROGRESS OF BIOLOGY

XIX INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
FOR STUDENTS AND PHD STUDENTS
(LVIV, APRIL 26-28, 2023)

ABSTRACTS

Ivan Franko National University of Lviv

Faculty of Biology of Ivan Franko National University of Lviv

Institute of Biology and Earth Sciences Pomeranian University in Slupsk, Poland

M.G. Kholodny Institute of Botany National Academy of Sciences of Ukraine

Institute of Biological Sciences and Botanical Garden of the Maria Curie-Skłodowska University in Lublin

Faculty of Environmental Biology University of Life Sciences in Lublin

LVIV – 2023

УДК 57(043.2)
М75

Молодь і поступ біології: збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів (м. Львів, 26-28 квітня 2023 р.). – Львів: Галич-Прес, 2023. – 238 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 доброчинному фонду «Сейбр-Світло».

Редакційна колегія: Гончаренко В., Хамар І., Демчук В., Андрійчук Р., Бура М., Мороз А., Петрин Т., Питель-Гута С., Роман І., Савчак О., Сопушинська Т., Ткаченко Г., Федьків М., Ханик Ю.
Науковий комітет: проф. Бабський А., проф. Гнатуш С., доц. Гончаренко В., доц. Кобилецька М., доц. Мамчур З., проф. Манько В., проф. Осадовський З., проф. Сибірна Н., проф. Ткаченко Г., проф. Федоренко В., проф. Царик Й.

Youth and Progress of Biology: Abstracts of XIX International Scientific Conference for Students and PhD Students (Lviv, April 26–28, 2023). – Lviv: Halych-Press, 2023. – 238 p.

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: Honcharenko V., Khamar I., Demchuk V., Andreychuk R., Bura M., Moroz A., Petryn T., Pytel-Huta S., Roman I., Savchak O., Sopushynska T., Tkachenko H., Fedkiv M., Hanyk Yu.
Scientific committee: prof. Babsky A.M., prof. Fedorenko V. O., prof. Hnatush S.O., ass. prof. Honcharenko V.I., ass. prof. Kobyletska M. S, ass. prof. Mamchur Z.I., prof. Manko V.V., prof. Osadowski Z., prof. Sybirna N. O., prof. Tkachenko H., prof. Tsaryk Y. V.

© Львівський національний університет імені Івана Франка, 2023
© Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України, 2023
© Інститут біології та наук про Землю Поморської Академії в Слупську, 2023
© Інститут біологічних наук та ботанічний сад Університету імені Марії Кюрі-Склодовської у Любліні, 2023
© Факультет біології навколишнього середовища Університету природничих наук у Любліні, 2023

© Ivan Franko National University of Lviv, 2023
© M.G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2023
© Institute of Biology and Earth Sciences Pomeranian University in Slupsk, 2023
© Institute of Biological Sciences and Botanical Garden of the Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, 2023
© Faculty of Environmental Biology of the University of Life Sciences in Lublin, 2023

ISBN 978-617-8297-05-03

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

Мосякін С.	член-кор. НАН України, доктор біологічних наук, професор, директор Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного Національної академії наук України
Осадовський З.	професор, доктор, ректор Поморської академії в Слупську

Оргкомітет

Хамар І.	заступник голови оргкомітету, доцент, декан біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка
Яросєвіч А.	професор, доктор, директор Інституту біології і наук про Землю Поморської Академії в Слупську
Андрейчук Р.	асистент кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка
Вжесєнь М.	доктор, завідувач кафедри ботаніки, мікології та екології Університету імені Марії Кюрі-Склодовської у Любліні
Гончаренко В.	доцент, завідувач кафедри ботаніки, заступник декана біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка з навчально-методичної роботи
Денісов Б.	професор, доктор, завідувач кафедри ботаніки і фізіології рослин, заступник декана факультету біології навколишнього середовища Університету природничих наук у Любліні
Дика О.	доцент кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка
Одінцова А.	доцент, доцент кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка
Прокопів А.	доцент, доцент кафедри ботаніки, директор ботанічного саду Львівського національного університету імені Івана Франка
Хомей Я.	асистент кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка
Шимчак Ґ.	доктор, директор ботанічного саду Університету імені Марії Кюрі-Склодовської у Любліні

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
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, доктор біологічних наук, завідувач кафедри фізіології людини і тварин Львівського національного університету імені Івана Франка
Осадовський З.	професор, доктор, ректор Поморської академії в Слупську
Сибірна Н.	професор, доктор біологічних наук, завідувач кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
Ткаченко Г.	професор, доктор, завідувач кафедри біології, заступник директора Інституту біології і наук про Землю Поморської Академії в Слупську

Федоренко В.	професор, доктор біологічних наук, завідувач кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка
Царик Й.	професор, доктор біологічних наук, завідувач кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка

Секретаріат

Андрейчук Р.	голова секретаріату, асистент кафедри ботаніки Львівського національного університету імені Івана Франка
Бура М.	доцент кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка
Демчук В.	інженер лабораторії математичних методів в біології Львівського національного університету імені Івана Франка
Мороз А.	здобувачка ступеня доктора філософії кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
Петрин Т.	здобувачка ступеня доктора філософії кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
Питель-Гута С.	здобувачка ступеня доктора філософії кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
Роман І.	здобувач ступеня доктора філософії кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка
Савчак О.	здобувач ступеня доктора філософії кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
Сопушинська Т.	здобувачка ступеня доктора філософії кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка
Федьків М.	здобувачка ступеня доктора філософії кафедри фізіології людини і тварин Львівського національного університету імені Івана Франка
Ханик Ю.	здобувач ступеня доктора філософії кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка

Рецензенти

Антоняк Г.	д.б.н., професор кафедри екології 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
Гнатуш С.	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
Іскра Р.	д.б.н, професор, професор кафедри фізіології людини і тварин 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
Драч Ю.	асистент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка

Думич О.	к.б.н., доцент кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
Кавулич Я.	к.б.н., асистент кафедри фізіології та екології рослин 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
Лєснік В.	асистент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
Люта М.	к.б.н., доцент кафедри біохімії Львівського національного університету імені Івана Франка
Мамчур З.	к.б.н., доцент, завідувач кафедри екології Львівського національного університету імені Івана Франка
Мамчур О.	к.б.н., доцент кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка
Марців М.	асистент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
Матійців Н.	к.б.н., доцент кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка
Назарук К.	к.б.н., доцент кафедри зоології Львівського національного університету імені Івана Франка
Осташ Б.	д.б.н, професор кафедри генетики та біотехнології Львівського національного університету імені Івана Франка
Пацула О.	к.б.н., доцент кафедри фізіології та екології рослин Львівського національного університету імені Івана Франка
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
Сирватка В.	к.б.н., доцент кафедри генетики та біотехнології 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
Ханик Ю.	здобувач ступеня доктора філософії кафедри мікробіології Львівського національного університету імені Івана Франка
Цвілинюк О.	к.б.н., доцент кафедри екології 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, vice-rector for research of Ivan Franko National University of Lviv

Co-heads of the Organizing Committee

Mosyakin S. corresponding member of the NAS of Ukraine, doctor of biological sciences, professor, director of the M. G. Kholodny Institute of Botany of the National Academy of Sciences 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

Jaroszewicz A. Dr. hab., professor, director of the Institute of Biology and Earth Sciences of Pomeranian University in Slupsk

Andreychuk R. lecturer at the Department of Botany of Ivan Franko National University of Lviv

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

Dyka O. PhD, associate professor of the Department of Botany 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 of Lviv in educational and methodical work

Khomei Ya. lecturer at the Department of Botany of Ivan Franko National University of Lviv

Odintsova A. PhD, associate professor of the Department of Botany of Ivan Franko National University of Lviv

Prokopiv A. PhD, associate professor of the Department of Botany, director of the Botanical garden of Ivan Franko National University of Lviv

Szymczak G. Dr., director of the Botanical garden of Maria Curie-Skłodowska University in Lublin

Wrzesień M. Dr. hab., head of the Department of Botany, Mycology and Ecology of Maria Curie-Skłodowska University in Lublin

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

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

Sybirna N. doctor of biological sciences, professor, head of the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv

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

Tkachenko H. dr. hab., professor, head of the Department of Biology, vice-director of the Institute of Biology and Earth Sciences 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

Andreychuk R.	lecturer at the Department of Botany 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
Demchuk V.	engineer at the Laboratory of Mathematic Methods in Biology of Ivan Franko National University of Lviv
Fedkiv M.	PhD student at the Department of Human and Animals Physiology of Ivan Franko National University of Lviv
Hanyk Yu.	PhD student at the Department of Microbiology of Ivan Franko National University of Lviv
Moroz A.	PhD student at the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv
Petryn T.	PhD student at the Department of Biochemistry of Ivan Franko National University of Lviv
Pytel S.	PhD student at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
Roman I.	PhD student at the Department of Genetics and Biotechnology of Ivan Franko National University of Lviv
Savchak O.	PhD student at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
Sopushynska T.	PhD student at the Department of Plants Physiology and Ecology 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
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
Dumych O.	PhD, associate professor at the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
Dyka M.	PhD, associate professor at the Department of Biophysics and Bioinformatics of Ivan Franko National University of Lviv
Drach Yu.	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
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
Hanyk Yu.	PhD student 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
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
Iskra R.	doctor of biological sciences, professor of the Department of Human and Animal Physiology of Ivan Franko National University of Lviv

Kaprus I.	doctor of biological sciences, professor of the Department of Ecology of Ivan Franko National University of Lviv
Kavulych Ya.	PhD, lecturer at the Department of Plant Physiology and 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
Luta M.	PhD, associate professor at the Department of Biochemistry 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
Martsiv M.	lecturer at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
Matiytsiv N.	PhD, associate professor of the Department of Genetics and Biotechnology of Ivan Franko National University of Lviv
Nazaruk K.	PhD, associate professor at the Department of Zoology of Ivan Franko National University of Lviv
Ostash B.	doctor of biological sciences, professor of the Department of Genetics and Biotechnology of Ivan Franko National University of Lviv
Patsula O.	PhD, associate professor at the Department of Plant Physiology and 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
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
Syrvatka V.	PhD, associate professor of the Department of Genetics and Biotechnology 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

ЗМІСТ

БІОФІЗИКА 11
БІОХІМІЯ 24
БОТАНІКА ТА ІНТРОДУКЦІЯ РОСЛИН 54
ГЕНЕТИКА ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ 84
ЕКОЛОГІЯ 104
ЗООЛОГІЯ 120
МІКРОБІОЛОГІЯ, ВІРУСОЛОГІЯ ТА ІМУНОЛОГІЯ 131
МОЛЕКУЛЯРНА ТА КЛІТИННА БІОЛОГІЯ 160
ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН, БІОМЕДИЦИНА 169
ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН 195
БІОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА 217
АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК 232

CONTENTS

BIOPHYSICS 11
BIOCHEMISTRY 24
BOTANY AND PLANTS INTRODUCTION 54
GENETICS AND BIOTECHNOLOGY 84
ECOLOGY 104
ZOOLOGY 120
MICROBIOLOGY, VIROLOGY AND IMMUNOLOGY 131
MOLECULAR AND CELL BIOLOGY 160
HUMAN AND ANIMALS PHYSIOLOGY, BIOMEDICINE 169
PLANT PHYSIOLOGY 195
BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL EDUCATION 217
INDEX OF AUTHORS 232

БІОФІЗИКА
BIOPHYSICS

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

ОЦІНКА ВПЛИВУ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА РІСТ ТА ПРОРОСТАННЯ *ALLIUM*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: romaa1677@gmail.com

Andriiv R., Semochko O., Yaremchuk M., Bura M. THE ASSESSMENT OF THE LOW-INTENSITY RADIATION IMPACT ON THE GROWTH AND GERMINATION OF *ALLIUM*. The blue spectrum is necessary for plant photosynthesis and growth. The aim of the study was to explore the potential impact of light emitting diodes (LEDs) at different light intensities (460 and 530 nm for blue and green respectively) on onions germination and root growth. We have found that blue low-intensity radiation did not inhibit the growth and germination of the roots of the *Allium cepa* compared to the control. However, the green monochromatic light reliably inhibited the growth and germination of the plants.

На сьогодні актуальним є дослідження впливу низькоінтенсивного випромінювання зі стимулювальним ефектом на біоб'єкти (як рослинні, так і тваринні). Основним позитивним ефектом дії низькоінтенсивного випромінювання на біологічні об'єкти вважають підвищення проліферативної активності клітин, що проявляється в збільшенні темпів наростання біомаси. При застосуванні лазерного опромінення на різних видах водоростей продемонстровано пришвидшення темпу приросту їх біомаси, збільшення кількості позаклітинних полісахаридів, хлорофілів та каротиноїдів (Wang, 2002; Katsuda, 2004). Використання білого та синього LED випромінювання, на відміну від білого та зеленого, сприяє росту та накопиченню поживних речовин, збільшенню площі листків та ваги *Allium fistulosum* L. (Song Gao, 2020, 2021). Неоднозначність біологічних ефектів від застосування лазерного випромінення можна пояснити відмінними механізмами впливу променів різної довжини на клітини. Так, відомо про переважне поглинання зеленими мікроводоростями синього та червоного світла. Короткохвильові світлові промені (сині і фіолетові), хоча і стимулюють процеси поділу клітин водоростей, проте затримують проходження фази їх розтягування. Під впливом червоних променів, навпаки, затримуються процеси поділу і прискорюється фаза розтягування клітин (Kuwahara, 2011).

Метою роботи було дослідження росту коренів та проростання цибулин *Allium cepa* за умов опромінення 20 хв синім та зеленим світлодіодами «AVAGO». Дослідження токсичності проводили з використанням біотесту *Allium*, описаний Fiskesjo G. Цибулини одноразово опромінювали впродовж 20 хв світлодіодами ASMT M BOO - NAEOO PBF та ASMT MGOO - NGJOO PBF (λ = 460 та 530 нм відповідно), потужністю 1 Вт, що відповідає дозам 40,8 Дж/см^2 для синього та 43,2 Дж/см^2 для зеленого світла відповідно. Насіння *Allium* (12 на кожну точку, n=3) пророщували в контрольних розчинах NaN_3 (150 мкмоль/л) та комерційному протипухлинному препараті Доксорубіцин (1 мкмоль/л), а також дистильованій воді (негативний контроль) упродовж 6 діб при 22°C. Опромінене насіння (денце) пророщували також на дистильованій воді. Вимірювали ріст коренів і фіксували проростання насіння на 6 добу досліду.

Стандартні речовини позитивного контролю NaN_3 та Доксорубіцин достовірно інгібували ріст коренів і проростання насіння (на 76 та 59% відповідно). За впливу зеленого світла довжиною 530 нм встановлено достовірне пригнічення росту та проростання *Allium* на 10,8±0,9 та 14,3±0,9% ($p>0,99$) відповідно. Однак за опромінення синім

світлом (λ = 460 нм) виявлено достовірний позитивний ефект – спостерігали активацію росту корінців *Allium* на 10,1±0,7% (p>0,95) та збільшення проростання досліджуваних рослин на 11,4±1,3% відносно контролю. Отримані експериментальні дані свідчать, що короткохвильове випромінювання ймовірно стимулює верхівкову меристему коріння, ріст та проростання цибулин *Allium*.

Оскільки реакція вищих рослин на вплив низькоінтенсивного випромінювання значно відрізняється (Misik, 2014), плануємо провести додаткові дослідження впливу видимого світла з метою оцінки впливу різної тривалості експозиції та оцінки мутагенного потенціалу.

Германович Д.[1], Бура М.[1], Заіченко О.[2]

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПЕГ-ПОЛІМЕРУ НА АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗИ ООЦИТІВ ТА ЗАРОДКІВ В’ЮНА

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: di.germanovich@gmail.com
[2]Національний університет «Львівська політехніка», кафедра органічної хімії
пл. Св. Юра, 2, 79013, м. Львів
e-mail: zaichenk@polynet.lviv.ua

Germanovich M., Bura M., Zaichenko O. THE ASSESSMENT OF THE PEG-POLYMER INFLUENCE ON THE OOCYTES AND EMBRYOS CATALASE ACTIVITY. We have found that PEG-polymer (100, 10 and 1 μmol/L) did not inhibit the catalase activity of the loach oocytes and embryos (*Misgurnus fossilis* L.). The changes in the activity of the studied catalase of the oocytes and embryos, mainly caused by the action of other not taken into account factors, but do not depend on the presence of a polymer in the incubation medium.

На сьогодні, особливо актуальним є дослідження механізмів впливу новосинтезованих низькомолекулярних і полімерних кон’югатів лікарських засобів (Alshamrani, 2022). Аналіз джерел літератури свідчить, що полімерні кон’югати лікарських засобів володіють вираженою фармакологічною активністю, але й також токсичністю порівняно зі звичайними мікрочастинками, однак вони легко проникають крізь мембрану онкоклітин (Puskas, 2022). Модифікація антиоксидантних ензимів (АОЕ) поліетиленгліколем (ПЕГ) та інкапсуляція їх в ліпосомах, покритих ПЕГ, підвищує біодоступність АОЕ та посилює захисні ефекти на тваринних моделях (Hood, 2011).

З біофізичної точки зору, дослідження особливостей впливу новосинтезованого похідного ПЕГ на АОЕ, зокрема, каталазну активність бластомерів зародків є актуальним та перспективним. Найзручнішим у цьому відношенні вважають ембріони в’юна (*Misgurnus fossilis* L.), які як і FETAX (Frog Embryo Teratogenesis Assay – *Xenopus*), використовують як скринінговий тест для ідентифікації хімічних тератогенів (Fort, 2000). На кафедрі «Органічної хімії» Львівської політехніки здійснено синтез ряду біологічно толерантних ПЕГ-олігомерних носіїв та систем доставки антимікробних та протипухлинних препаратів в орган-мішень (Рябцева, Остапчук, 2011). Метою роботи було дослідження впливу 100, 10, 1 мкмоль/л новосинтезованого ПЕГ-полімеру на каталазну активність ооцитів та зародків в’юна, а для перевірки гіпотези про зв’язок між ознакою та досліджуваним чинником застосовували одно- та двофакторний дисперсійний аналіз.

Дослідження проводили на ооцитах та зародках в’юна у період від запліднення до стадії 10 поділу (0, 2, 16, 64, 256 та 1024 бластомери). Овуляцію стимулювали внутрішньом’язовим введенням самкам хоріогонічного гонадотропіну (500 од). Ікру (ооцити) одержували через 36 год після стимуляції та запліднювали в чашках Петрі суспензією сперміїв за Нейфахом А. А. На кожній із зазначених стадій визначали активність каталази

за методом Королюк М.А. і співавт. (1988), а вміст білка – за методом Лоурі. Дисперсійний аналіз виконали засобами *Microsoft EXCEL*, оцінювали також вірогідність отриманих результатів дослідження. (Критичні рівні значимості під час перевірки статистичних гіпотез у цьому дослідженні приймали такими, що дорівнюють 0,95 та 0,99).

Попередні дослідження встановили, що внесення до інкубаційного середовища ПЕГ-полімеру у концентраціях 100, 10 та 1 мкмоль/л зумовлювало не достовірні зміни каталазної активності мембран ооцитів та зародків упродовж ембріогенезу. Для оцінки частки впливу ПЕГ-полімеру в концентраціях 100, 10 та 1 мкмоль/л (чинник дози) на активність каталази ооцитів та в ранній період розвитку (60–330 хв) зародків в'юна (чинник часу) проведено одно- та двофакторний дисперсійний аналіз. Визначено, що зміни активності досліджуваного ферменту, переважно зумовлені дією інших не врахованих чинників, однак не залежать від наявності полімеру в середовищі інкубації. Двофакторний дисперсійний аналіз виявив високу достовірну частку впливу часу розвитку зародків (99,3%; $p>0,99$) у мінливість каталазної активності, лише за наявності в середовищі інкубації 100 мкмоль/л ПЕГ-полімеру – зміни досліджуваного ензиму зумовлені дією досліджуваного чинника (15,3%; $p>0,99$). Отримані дані свідчать про високу перспективу використання ПЕГ-полімерів як наноносіїв.

Гузенко А.[2], Бура М.[2], Сибіль М.[1], Виноградський Б.[1]

АНАЛІЗ ЕКСКРЕЦІЇ АДРЕНАЛІНУ ЯК МАРКЕРА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ПСИХОРЕГУЛЮЮЧОГО ТРЕНУВАННЯ ЛУЧНИКІВ

[2]Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: buram1510@gmail.com
[1]Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського
вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна

Huzenko A., Bura M., Sybil M., Vinohradskyi B. THE ANALYSIS OF THE ADRENALIN EXCRETION AS A MARKER FOR THE ASSESSMENT OF THE PSYCHO-REGULATORY TRAINING OF ARCHERS EFFICIENCY. The specialized ideomotor techniques of systematic use (at least 2 months) allows to reduce adrenaline excretion in the archers at the time of the start, which is a favorable and decisive factor for the competitive activity.

Досягнення високих результатів у всіх видах спорту можливе лише за умов багаторічних систематичних та цілеспрямованих тренувань. Систематична підготовка спортсмена-лучника відображає складну багатостадійну систему, що поєднує процеси виховання, навчання та тренування, починаючи з юних років. Річ в тому, що в цьому виді спорту основні дії спортсмена важко оцінити зі сторони, з точки зору їх технічної досконалості (Калиніченко, 2012; 2013). Відомо, що результативність стрільби спортсменів-лучників залежить від психологічної підготовки та стану спортсмена, методики проведення занять та індивідуального підходу, що впливає на його успішний виступ. Науковці стверджують, що психологічна підготовка є вродженою особливістю, однак її, в значній мірі можна розвинути (Пітін, 2014). Власне тому особливе значення у психологічній підготовці спортсменів відіграє ідеомоторне тренування.

Метою роботи було проаналізувати зміни екскреції адреналіну в лучників за різних психологічних умов та фізичних навантажень та встановити частку впливу застосування спеціалізованої методики ідеомоторного тренування. Дослідження проводили на базі кафедри теорії і методики стрільби, сучасного п'ятиборства та шахів, на базі СДЮШОР "Електрон" та на базі кафедри біохімії спорту ЛДУФК імені Івана Боберського. Для ефективності методики спортсмени були поділені на дві групи (експериментальну ((психологопедагогічний експеримент проводили впродовж 2 місяців) та контрольну), в

яких знаходилось по 5 осіб (10 спортсменів МС (юнаки), вік учасників –18-20 років). Перед кожним тренуванням спортсмени експериментальної групи застосовували запропоновану методику. Дослідження тривали з вересня по березень, змагання – з грудня по березень та проходили в 2 етапи. Біохімічне обстеження спортсменів проводили також в два етапи: зразки аналізів відбирали під час тренувань та змагань до та після фізичної рухової активності. Вміст гормону адреналіну визначали в сечі методом хроматографії в колонках (Kamyshnykov, 2003), проби відбирали перед та після фізичної активної рухливості. Дисперсійний аналіз виконали засобами *Microsoft EXCEL*, оцінювали також вірогідність отриманих результатів дослідження (p приймали такими, що дорівнюють 0,95 та 0,99).

Для оцінки частки внеску застосування спеціалізованої методики ідеомоторного тренування у зміни екскреції гормону адреналіну лучників застосовували однофакторний дисперсійний аналіз. Визначено, що під час періоду спокою (фаза тренувань) застосування ідеомоторного тренування спортсменами достовірно не впливало на зміни екскреції гормону адреналіну (частка впливу становила 2,23%). Однак періодичне ідеомоторне тренування лучниками впродовж 2 місяців вело до збільшення його частки впливу на мінливість екскреції гормон адреналіну. Однофакторний аналіз встановив, що під час періоду старту (фаза змагань) частка впливу застосованої спеціалізованої методики у мінливість екскреції адреналіну достовірно зростала (зокрема, після рухової активності становила 56,1%; p>0,95).

Систематичне застосування ідеомоторних методик підвищення рівня психологічної готовності спортсменів-лучників (не менше 2 місяців) дозволяє зменшити екскрецію адреналіну в момент старту, що є сприйятливим та вирішальним фактором для змагальної діяльності та отримання високого результату.

Катульська І., Тарновська А., Кульчицька А., Ней Я., Генега А.

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ НАВЧАННЯ

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

Katulska I., Tarnovska A., Kylchytska A., Ney Y., Heneha A. ASSESSMENT OF THE FUNCTIONAL STATUS OF RESPIRATORY ORGANS OF STUDENTS IN THE CONDITIONS OF DISTANCE EDUCATION. According to the statistics of Ukraine: in 2017, diseases of the respiratory system ranked first in the structure of primary morbidity (45,23%), and second in prevalence (20.1%). According to the State Statistics Service, before the start of the quarantine, about a thousand people died every month from respiratory tract diseases, of which about 500 people died from SARS and pneumonia. The impact factor on the respiratory system was COVID-19. As of May 26, 2022, there were 5 011 433 sick people in Ukraine, of which 108 538 died. It is obvious that under such circumstances there is a need for constant monitoring of the respiratory system of the population, in particular people of working age, and analysis of factors that can affect its functional state.

Виникненню респіраторних захворювань сприяє погіршення стану навколишнього середовища. Такі несприятливі фактори, як збільшення виробничих потужностей, збільшення кількості автомобілів, вирубка дерев, щорічне підвищення температури, посухи, війни, з кожним роком погіршують екологічну ситуацію у світі. Згідно статистики України: в 2017 році хвороби дихальної системи у структурі первинної захворюваності посідали перше місце (45,23 %), а за поширеністю – друге (20,1 %). За даними Державної служби статистики, до старту карантину щомісяця від захворювань дихальних шляхів помирало близько тисячі осіб, з них через ГРВІ та пневмонії – близько 500 людей. Впливовим

фактором на дихальну систему став COVID-19. Окрім захворювань на функціональність дихальної системи впливають низька фізична активність або її відсутність, сидячий спосіб життя, тютюнопаління та використання електронних сигарет, мала кількість часу перебування на свіжому повітрі та інші. В Україні коронавірусну інфекцію Covid-19 (пневмонію нового типу) вперше діагностовано 3 березня 2020 року в місті Чернівці, а через 10 днів зафіксовано перший летальний випадок. Станом на 26 травня 2022 року в Україні налічувалося 5 011 433 хворих на Covid-19, з них померлих – 108 538. Очевидно, що при таких обставинах є потреба у постійному моніторингу дихальної системи населення, зокрема осіб працездатного віку, та аналіз факторів, які можуть впливати на її функціональний стан.

Метою даного дослідження була оцінка функціонального стану дихальної системи студентів в умовах навчання. Дослідження тривало впродовж двох місяців (лютий – квітень 2023 року) на базі кафедри біофізики та біоінформатики Львівського національного університету імені Івана Франка. Серед респондентів були студенти різних курсів – всього 28 студентів (віком від 19 до 21 року; зокрема, 21 дівчина та 7 хлопців). Середній вік досліджуваних студентів становив 19,12±1,5 роки.

Вимірювання проводили за функціональними пробами Штанге, Генчі та Серкіна. Усіх студентів розподілено за трьома категоріями: здорові треновані, здорові не треновані та студенти з відхиленнями від норми. Згідно отриманих результатів дослідження, на основі проби Штанге встановлено, що, із 28 учасників дослідження, у трьох студентів (1 дівчини та 2 хлопців) була оцінка стану «здоровий тренований» та в двадцяти п'яти (5 хлопців та 20 дівчат) – «здоровий нетренований». Також проведений аналіз оцінки стану за допомогою проби Генчі. Встановлено, що із 28 студентів, лише в одного студента була оцінка стану «здоровий тренований», в 2 студентів – «здоровий нетренований», а в решти 25 осіб – оцінка стану «нездоровий», що вказує на відхилення від норми.

Проба Серкіна застосовується для аналізу зовнішнього дихання. Встановлено, що у 3 (хлопців) студентів була оцінка стану «здоровий тренований», у 16 студентів (4 хлопців та 12 дівчат) – оцінка стану «здоровий нетренований», а у 9 студентів показники вказували на приховані недоліки і оцінка стану «незадовільна».

Кругляк В., Гарасим Н., Боднарчук Н.

ЗМІНА МОРФОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ ЩУРІВ ЗА ДІЇ ГІСТАМІНУ І РАНІТИДИНУ

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

Kruglyak V., Harasym N., Bodnarchuk N. CHANGE OF MORPHOLOGICAL INDICATORS OF RATS' BLOOD ERYTHROCYTES UNDER THE EFFECTS OF HISTAMINE AND RANITIDINE. The effect of ranitidine and histamine on the morphology of rat erythrocytes was investigated. It was established that under the action of histamine, the content of teardrop-shaped cells decreases, and the number of echinocytes increases. Addition of ranitidine to the blood at a concentration of 10 μM followed by the introduction of histamine leads to a decrease in the content of drop-shaped erythrocytes.

У регуляції багатьох процесів, що відбуваються в живому організмі, відіграє значну роль гістамін. Гістамін реалізує свої ефекти шляхом зв'язування зі специфічними мембранними рецепторами різних клітин – H1, H2, H3 та H4, які передають інформацію переважно за участю мембранних білків (G-білок, аденіатциклаза), рідше – специфічних іонних каналів, а у цитоплазмі – включаючи різні сигнальні системи (Скляров, 2017). За різних патологічних станів у медицині застосовують блокатори гістамінових

рецепторів. Антагоністи Н2 рецепторів (фамотидин, ранітидин, нізатидин, роксадитин) широко використовуються при лікування хворих з виразковою хворобою шлунка та дванадцятипалої кишки, синдромом Золлінгера-Еллісона, диспепсії, гастроезофагільній рефлюксній хворобі, при виразкових ушкодженнях шлунка і кишки, викликаних прийомом нестероїдних протизапальних препаратів (Скляров, 2017). Ці блокатори гістамінових рецепторів можна також використовувати для виявлення Н2 гістамінових рецепторів на клітинах різного походження. На сьогодні залишається невідомим наявність гістамінових рецепторів, зокрема, Н2 рецептора, на мембранах еритроцитів. Тому метою нашого дослідження було виявити Н2 гістамінові рецептори на мембрані еритроцитів шляхом аналізу морфологічних змін червоних кров’яних тілець за дії ранітидину та гістаміну.

Експерименти проводили на безпородних білих щурах-самках (m= 180–220 г). Для контролю (1-ша група) до цільної крові додавали фізіологічний розчин. До цільної крові другої експериментальної групи додавали гістамін (0,01 мл 0,01 % гістаміну дигідрохлорид на 1 мл крові). Як блокатор Н2 рецепторів використовували ранітидин. Для цього у 3-й, 4-й, 5-й експериментальній групі до гепаринізованої крові (до 1 мл) додавали ранітидин (щоб кінцева концентрація становила відповідно 0,1, 1 та 10 мкМ). У 6-й, 7-й, 8-й експериментальних групах до крові додавали ранітидин у концентрації 0,1, 1 та 10 мкМ, інкубували 5 хв, після чого додавали ще гістамін (0,01 мл на 1 мл крові). Проводили інкубацію ще не менше 5 хв. З усіх дослідних груп відбирали зразки для аналізу еритроцитів; мазки крові фарбували за Романовським та Ман-Грюнвальдтом.

Нами встановлено, що додавання до крові гістаміну, ранітидину та поєднане введення обидвох цих речовин не призводить до достовірного підвищення чи зниження нормоцитів та патологічних клітин червоних кров’яних тілець. Проте при аналізі перерозподілу різних форм патологічних клітин еритроцитів виявлені достовірні зміни. Зокрема за дії гістаміну знижується вміст краплеподібних клітин, підвищується кількість ехіноцитів у 7 разів порівняно з контролем. Ранітидин у концентрації 0,1 і 10 мкМ зумовлює збільшення кількості ехіноцитів у крові. Тоді як 0,1 мкМ ранітидину веде до зниження кількості краплеподібних клітин у 3 рази порівняно з контролем. Додавання до крові ранітидину у концентрації 10 мкМ з наступним внесенням гістаміну зумовлює зниження вмісту краплеподібних еритроцитів, тоді як поєднане введення у кров ранітидину у концентрації 1 мкМ з гістаміном зумовлюють протилежний ефект. Найменша досліджувана концентрація ранітидину (0,1 мкМ) у поєднанні з гістаміном значно підвищує вміст ехіноцитів (у 8 разів) у крові щурів, що може опосередковано свідчити про наявність на плазматичній мембрані еритроцитів Н2 рецептора.

Кулагіна П.

ПОРІВНЯННЯ МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВЛАСТИВОЛСТЕЙ МЕЗЕНХІМАЛЬНИХ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН ЖИРОВОЇ ТКАНИНИ ЛЮДИНИ ЗА УМОВ НОРМО- ТА ГІПОКСІЇ

Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
просп. Академіка Глушкова, 2, м. Київ, 0200, Україна
Біотехнологічна лабораторія медичного центру «Good Cells»
вул. Івана Крамського, 9, м. Київ, 0311, Україна
e-mail: polishakulagina@gmail.com

Kulagina P. COMPARISON OF MORPHO-FUNCTIONAL PROPERTIES OF MESENCHIMAL STEM CELLS OF HUMAN ADIPOSE TISSUE UNDER CONDITIONS OF NORMOXIA AND HYPOXIA. The properties of mesenchymal stem cells (MSCs) of human adipose tissue under conditions of cultivation under normal and hypoxia were analyzed to cyto-

chemical, immunological, morphological and statistical methods. It was established that cultivation under reduced oxygen concentration has a stimulating effect on MSCs obtained from adipose tissue while preserving their main specific properties. In the course of the study, a primary culture of MSCs of adipose tissue was obtained and an analysis of their directed multilineage differentiation was performed.

Вивчення стовбурових клітин, на сьогоднішній день, є однією із найсучасніших та передових галузей біології та медицини в цілому. Стовбурові клітини мають властивість давати початок будь-яким клітинам організму: клітинам кісткової тканини, нервовим, клітинам крові. В більшості тканин організму містяться стовбурові клітини аж до старості, тим самим забезпечуючи відновлення тканини після пошкоджень. Найважливішими властивостями стовбурових клітин вважається здатність до асиметричного поділу, що впливає на формування самопідтримуючої системи клітин та тотипотентність, яка проявляється як можливість давати початок клітинам ембріональних листків.

Мезенхімальні стовбурові клітини (МСК) є гетерогенною популяцією клітин строми кісткового мозку, які мають здатність диференціюватися в клітини мезенхімального походження, наприклад, в адипоцити, остеоцити, хондроцити, і, при особливих умовах *in vitro* в клітини екто- та ентодермального фенотипу.

Кисень є одним із найважливіших показників виживаності клітин. Найбільш консервативним параметром при культивуванні МСК є склад газів в атмосфері інкубатора. Знижений вміст кисню може по різному впливати на характеристики клітин (потентність, здатність до проліферації, морфологічні та імунофенотипові показники). Зниження рівню кисню індукує вивільнення факторів гіпоксії та фактору росту судинного ендотелію, що також має свої негативні впливи.

Метою дослідження було порівняння морфофункціональних властивостей МСК жирової тканини людини при культивуванні за умов нормо- та гіпоксії. Проводили дослідження імунофенотипового профілю популяції клітин на 3-му пасажі для охарактеризування МСК жирової тканини людини шляхом ферментативної обробки. Порівнювалася морфологія та проліферативний потенціал МСК жирової тканини. Клітини мали фібробластоподібну форму, наявне ядро та ядерце. При оцінці зміни часу подвоєння клітинної популяції при зниженому рівні кисню протягом 5 пасажів призвело до достовірного зниження показників часу подвоєння клітинної популяції. Отриманні результати показують те, що при нормальній концентрації кисню, час подвоєння популяціяй більший. Тому, культивування в умовах гіпоксії має стимулюючий вплив на швидкість росту МСК і зберігається при тривалому культивуванні. Класична експресія маркерів для МСК при культивуванні в умовах гіпоксії також зберігається. Можна зробити висновок, що при зменшенні вмісту кисню сповільнюються процеси стрес-індукованого старіння клітин.

<u>Кульчицька А.,</u> Тарновська А., Генега А., Катульська І., Ней І., Музика Я., Грицишин Д.

ОЦІНКА АДАПТАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: anzhelika23kn@gmail.com

<u>Kulchytska A.,</u> Tarnovska A, Heneha A., Katulska I., Ney Y., Muzyka Y., Hrytsyshyn D. THE ASSESSMENT OF THE ADAPTIVE CAPABILITIES OF THE CIRCULATORY SUSTEM IN STUDENTS IN DISTANCE LEARNING CONDITIONS. Today, distance learning is practiced in almost every country in the world. Along with comfort and other advantages, this

has its consequences, which are associated with a sedentary lifestyle. Computer users are often stressed when they need to complete a job within a specific time limit. Stress at work has been repeatedly associated with an increased risk of cardiovascular diseases. Indicators such as heart rate, orthostatic and clinostatic tests, etc. are used as a marker for assessing the functioning of the human cardiovascular system. Today, there is evidence that sedentary behavior contributes to the development of cardiovascular diseases and the risk of diabetes. but unconvincing. Therefore, additional research and data are needed to develop health measures and recommendations.

Сьогодні дистанційне навчання практикується ледь не у кожній країні світу. Разом з комфортністю та іншими перевагами, це має свої наслідки, які пов’язані з малорухливим способом життя. Такий спосіб життя охоплює читання, використання комп’ютера, перегляд телевізора, роботу в офісі та використання мобільного телефону. Подібний, але дещо інший термін – екранний час. Це сума часу, витраченого на перегляд телевізора, монітора комп’ютера, мобільного пристрою чи іншого екрану. Накопичуються дані про те, що малорухлива поведінка може бути фактором ризику захворюваності та смертності від серцево-судинних захворювань та цукрового діабету. Маркерами оцінки роботи серцево-судинної системи людини використовують частоту серцевих скорочень (ЧСС), ортостатичну та кліностатичну проби, тощо. Відомо, що малорухлива спосіб життя сприяє розвитку серцево-судинних захворювань та ризику цукрового діабету. Тому для розробки заходів та рекомендацій у сфері охорони здоров’я необхідні додаткові дослідження та дані.

Мета роботи полягала в оцінюванні адаптаційних можливостей системи кровообігу студентів в умовах дистанційного навчання. Для досягнення мети ми ставили перед собою такі завдання: 1. Оцінити функціональний стан вегетативної регуляції системи кровообігу студентів біологічного факультету за допомогою ортостатичної та кліностатичної проб. 2. Дослідити працездатність серця та визначити допустимий рівень фізичного навантаження для студентів біологічного факультету, використавши пробу Руф’є.

Згідно результатів ортостатичної проби, у 70 % студентів встановлена нормальна реакція, в 20% студентів була задовільна та в 10 % – незадовільна реакція. Аналіз результатів кліностатичної проби засвідчив, що у відсотковому співвідношенні переважає група студентів із нормальним тонусом, яка складає 70% від загальної кількості досліджених, проти 25 та 5 % студентів із підвищеним та високим тонусом парасимпатичної частини вегатативної нервової системи. Ми також дослідили працездатність серця та визначили допустимий рівень фізичного навантаження для студентів біологічного факультету за пробою Руф’є. Отримані результати засвідчили, що серед студентів даної групи є 45% із задовільною оцінкою; 35% – із слабкою оцінкою; 10% – з середньою; 5% – з доброю та 5 % із відмінною оцінкою реакції за індексом Руф’є.

Музика Я., Грицишин Д., Тарновська А., Генега А.

КІЛЬКІСНІ ТА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ СПЕРМОГРАМ ЧОЛОВІКІВ МОЛОДШОЇ ВІКОВОЇ ГРУПИ (20-29 РОКІВ) В НОРМІ ТА ПРИ ПАТОЛОГІЯХ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: ilovezno@ukr.net; yanayana08102000@gmail.com

Muzyka Y., Hrytsyshyn D., Tarnovska A., Heneha A. QUANTITATIVE AND QUALITATIVE INDICATORS OF SPERMOGRAMS OF MEN OF THE YOUNGER AGE GROUP (20-29 YEARS OLD) IN NORMAL AND WITH PATHOLOGIES. Infertility is a pressing problem in the world today, which many reproductive couples face. Their number is more than one million. Male infertility is directly related to the deterioration of the general state of health. Men, as well as women, are responsible for infertility. The simplest requirement for men is to have somewhat active spermatozoa. DNA fragmentation of spermatozoa is more often observed in infertile

patients. As men age, the condition of their sperm and general health deteriorates. Therefore, laboratory examination of sperm is necessary to diagnose male infertility and its possible causes. In Ukraine, an increase in infertility was recorded in industrial and metallurgical regions. Violation of spermatogenesis is one of the main causes of fertility pathologies.

Безпліддя є актуальною проблемою сьогодення у світі, з якою зустрічаються чимало репродуктивних подружніх пар. Їхня кількість складає понад один мільйон. У більше, ніж 50% шлюбів в Україні однією з основних причин бездітності є– чоловічий фактор. Відомо, що збільшення відсотку чоловічого безпліддя є наслідком соціальних, економічних та екологічних факторів життя. Спостерігається погіршення кількісних і якісних показників спермограми у здорових чоловіків. Середня кількість сперматозоїдів у еякуляті практично здорового чоловіка зменшилась удвічі за останні 50 років, а середній об'єм еякуляту – на одну третину. Дослідження, що дають підстави визнавати, що фактори способу життя (паління, алкоголь, стрес, вплив хімічних факторів навколишнього середовища, незручна білизна та вплив радіоактивного випромінювання негативно впливають на чоловічу фертильність, яка виявляється мало захищеною та найбільш чутливою.

Метою роботи було провести порівняльний аналіз кількісних та якісних показників спермограм чоловіків молодшої (20-29) вікової групи в нормі та при патологіях. У клініці репродуктивної медицини «Альтернатива клініка» було досліджено спермограми 51 пацієнтів чоловіків віком від 20 до 29 років (молодша вікова група). У 15-х чоловіків молодшої групи спермограми відповідали тератозооспермії, в 15 – нормозооспермії (коли кількісні та якісні показники сперми є в межах норми), в 16 – олігоастенотератозооспермії, а в 5-х – астенозооспермії. За контроль брали спермограми пацієнтів із нормозооспермією.

У чоловіків віком 20-29 рокі, хворих на тератозоопремію об'єм еякуляту 3,137 мл, що свідчить про відхиленням від норми. Причиною такого явище є недостатнє функціонування сім'яних пухирців та передміхурової залози. Виявлено, що об'єм еякуляту у чоловіків цієї вікової групи з астенозооспермією становить 3,58 мл, що також є відхиленням від норми. У пацієнтів хворих на олігоастенотератозооспермію віком 20-29 років об'єм еякуляту становить 4,11мл, що свідчить про суттєве зменшення концентрації сперматозоїдів.

За критерієм кількості сперматозоїдів в 1 мл еякуляту показано, що у спермограмах пацієнтів, хворих на тератозооспермію та олігоастенотератозооспермію кількість сперматозоїдів в 1 мл сім'яної рідини значно нижча за норму. Це вказує на зниження фертильності чоловіків при даних захворюваннях.

При досліджуваних хворобах загальна кількість сперматозоїдів суттєво нижча за норму у всьому еякуляті. Рухливість кожного сперматозоїда класифікують за категоріями "a","b", "c" і "d". Виявлено, що при нормозооспермії кількість рухомих форм сягає 75 – 80%. При захворюванні на тератозооспермію та олігоастенозооспермію в чоловіків молодшої вікової групи рухливість сперматозоїдів за критеріями «a» та «b» становить 33% та 22%, 11% та 14% відповідно (норма 34% та 18%). Нами виявлено, що при захворюванні на астенозооспермію в чоловіків молодшої вікової групи рухливість сперматозоїдів за критеріями «a» та «b» становить 18% та 19 % відповідно

Оцінка морфології показує наявність сперматозоїдів з аномальною формою у зразку сперми. Морфологію сперматозоїдів оцінювали за кількістю нормальних та дегенеративних форм сперматозоїдів. Показано, що при захворюванні на тератозооспермію та олігоастенотератозооспермію кількість морфологічно нормальних сперматозоїдів є менша порівняно із контролем та становить 20% та 15% в чоловіків 20-29 років тоді як у контролі – 37%.

Виявлено, що при захворюваннях на тератозооспермію чоловіків індекс Фарріса є значно нижчий за норму 115 та 13 при нормі 160 у чоловіків середньої вікової групи. Та 138 та 7 при нормі 164. Це вказує на низьку ймовірність запліднення.

Ней Я., Катульська І., Кульчицька А., Генега А., Тарновська А.

СОМАТИЧНЕ ЗДОРОВ’Я ТА ФІЗИЧНИЙ СТАН СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

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

Nei Y., Katulska I., Kulchytska A., Heneha A., Tarnovska A. SOMATIC HEALTH AND PHYSICAL CONDITION OF STUDENTS IN DISTANCE LEARNING. The somatic health and physical condition of students are important aspects that can affect their learning and overall development. This includes the functioning of the cardiovascular system, respiratory system, nervous system, and other organs. Somatic health depends on many factors, including genetic diseases, lifestyle, physical activity level, and other external factors.

Соматичне здоров’я та фізичний стан студентів є важливими аспектами, які можуть впливати на їхнє навчання та загальний розвиток. Це включає в себе функціонування серцево-судинної системи, дихальної системи, нервової системи та інших органів. Соматичне здоров’я залежить від багатьох факторів, включаючи генетичні захворювання, стиль життя, рівень фізичної активності та інші зовнішні фактори. Метою нашої роботи було оцінити фізичний стан студентів в умовах дистанційного навчання.

Для отримання об’єктивних даних про соматичне здоров’я та фізичний стан студентів в умовах дистанційного навчання використали антропометричні показники, а саме ПМТ (показник міцності будови тіла), ІМТ (індекс Кветеллета), ступінь розвитку мускулатури плеча, ймовірність розвитку захворювань (серцево-судинних, бронхо-легеневих, ендокринних), ваго-ростовий індекс Кетле, ваго-ростовий індекс Брока, індекс Кетле–Гульда – Каупа, грудно-ростовий індекс Ерісмана, грудно-ростовий індекс Бругша, життєвий індекс (ЖІ) та силовий індекс (СІ).

Аналізуючи отримані результати можемо зробити висновки, що дистанційне навчання істотно не вплинуло на зміну маси тіла студентів, не спостерігався надмірний набір ваги чи її зменшення (індекс маси тіла). Аналіз розвитку мускулатури плеча засвідчив, що у більшості студентів середній розвиток плеча. Щодо оцінки показника міцності будови, то спостерігається слабка будова тіла. Встановлено, що ймовірність розвитку захворювань серед студентів низька , проте у 22% студентів спостерігається середня або підвищена ймовірність серцево-судинних захворювань. Життєвий індекс у більшості студентів був нижче норми, а силовий індекс, навпаки, вище норми.

Пасічник А., Яремчук М., Дика М.

ДИНАМІКА АКТИВНОСТІ ФЕРМЕНТІВ АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ ЗАРОДКІВ В’ЮНА ЗА ВПЛИВУ ЕМВ РІЗНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

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

Pasichnyk A., Yaremchuk M., Dyka M. DYNAMICS OF ACTIVITY OF ANTIOXIDANT ENZYMES OF LOACH EMBRYO UNDER THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION WITH DIFFERENT POWER

It has been established that the SOD activity of the loach embryos negatively correlates with the CAT activity under the effect of electromagnetic radiation at 5 and 10 min. Decreased activity of CAT enzyme at stages 2, 16, 64, and 256 blastomeres correlates with increased activity of SOD ($|r| > 0.7$). However, there is a positive correlation between these enzymes under the influence of electromagnetic radiation (1, 5, 10 min) at the stage of 1024 blastomeres. The negative correlation

between GPx activity and SOD activity was also established (|r| > 0.7). Thus, an imbalance was found between antioxidant processes under the effect of electromagnetic radiation.

Мобільні телефони, бездротові системи зв'язку є основними техногенними джерелами електромагнітного випромінювання. Відомо, що електромагнітне випромінювання викликає різноманітні порушення фізіологічних функцій організму, а також сприяє розвитку оксидативного стресу за рахунок утворення активних форм кисню у тканинах та органах (Bodera, 2013). Метою роботи було встановити крос-кореляційні зв'язки між динамікою активності ферментів антиоксидантної системи зародкових клітин в'юна із зміною густини потоку електромагнітної енергії (ГПЕ).

Дослідження проводили на зародках прісноводної риби в'юна *Misgurnus fossilis L.* через 60, 150, 210, 270 і 330 хв після запліднення яйцеклітин. Використовували зародки під час стадій, які відповідають першому (2 бластомери), четвертому (16 бластомерів), шостому (64 бластомери), восьмому (256 бластомерів) і десятому дробленню зиготи (1024 бластомери). Активність СОД визначали згідно з методикою (Костюк, 1990), активність КАТ – (Королюк, 1988), активність ГПО – (Моин, 1986). Дослідження проводилось для різної густини потоку електромагнітної енергії мобільного телефона, що становить 1,7, 7 та 30 мкВт/см^2.

Встановлено достовірну негативну крос-кореляцію між динамікою активності СОД та КАТ за впливу ЕМВ із зміною ГПЕ тривалістю 5 та 10 хв. Зниження активності ензиму КАТ на стадіях 2, 16, 64 та 256 бластомерів зародків в'юна корелює із зростанням активності СОД (|r| > 0,7). Однак, за впливу електромагнітного випромінювання тривалістю 1, 5, 10 хв на стадії 1024 бластомерів спостерігається прямопропорційна залежність між досліджуваними показниками (r > 0,9). Встановлено також наявність негативного кореляційного зв'язку, між активністю ГПО та активністю СОД (|r| > 0,7). Із отриманого значення коефіцієнта кореляції випливає, що зі збільшенням пероксид гідрогену у клітині, активність КАТ та ГПО знижується.

Отже, у даному дослідженні було виявлено порушення рівноваги у антиоксидантній системі захисту за умов впливу електромагнітного випромінювання.

Саварин Х., Шалай Я., Ільків М., Бабський А.

АНАЛІЗ ТОКСИЧНОЇ ДІЇ ПОХІДНОГО ТІАЗОЛУ У КОМПЛЕКСІ З ПОЛІМЕРНИМИ НОСІЯМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕСТУ *ALLIUM*

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

Savaryn Kh., Shalai Ya., Ilkiv M., Babsky A. ANALYSIS OF THE TOXIC EFFECT OF A THIAZOLE DERIVATIVE IN A COMPLEX WITH POLYMER CARRIERS USING THE ALLIUM TEST. The effect of thiazole derivative BF1 and its complex with polymer carriers (Th2) on root growth inhibition, seed germination and mitotic index were studied. BF1 and complex Th2 (at the eand concentration of BF1 10 μM) inhibited root growth by 8.7% and 7.2%, while Doxorubicin inhibited root growth by 50%. BF1 and complex Th2 slightly inhibited seed germination and did not affect the mitotic index of Allium cells.

Запалення та метаболічна активність можуть впливати на цілісність клітин через модифікацію нуклеотидних основ. Багато протипухлинних препаратів (Доксорубіцин, Цисплатин, Темозоломід) пошкоджують ДНК, що порушує клітинний цикл та призводить до його зупинки і загибелі клітини (Swift et al., 2014). Основою сучасної хіміотерапії є таргетна терапія з прямою дією на патологічні клітини або тканини без значного впливу на здорові.

Відомо, що похідне тіазолу БФ1, яке досліджували у роботі, індукувало апоптоз і пошкодження ДНК, впливало на перехід фази G2/M клітинного циклу в клітинах гліобластоми людини. Водночас, комплекси БФ1 з полімерними носіями не впливали на непухлинні клітини, зокрема кератиноцити (Finiuk et al., 2019, 2021). Раніше було досліджено, що БФ1 не виявляє високої генотоксичності до клітин меристеми рослин роду *Allium*. Однак, невідомо як впливає на клітинний цикл комплекс БФ1 з полімерним носієм. Тому метою дослідження було визначення генотоксичності комплексу полімерного носія та БФ1 в *Allium* тесті.

Дослідження токсичності проводили з використанням біотесту на рослинах роду *Allium* (Fiskesjo, 1995). Насіння *Allium* (15 на кожну точку) пророщували на досліджуваних розчинах похідного тіазолу БФ1, полімерного носія Th1 та комплексу БФ1 з Th1 (Th2) (кінцеві концентрація БФ1 – 10 мкМ). Як позитивний контроль використовували Доксорубіцин (1 мкМ), негативний – дистильовану воду. Пророщування здіснювали упродовж 7 діб при 22°C. Вимірювали довжину коренів і розраховували % пригнічення проростання насіння. Для аналізу клітини меристеми кореня *Allium* фіксували з використанням оцтової кислоти та етанолу. Клітини зафарбовували ацетоорсеїном та аналізували на різних стадіях клітинного циклу за допомогою світлового мікроскопа. Для встановлення цито- та генотоксичності досліджуваних сполук визначали мітотичний індекс (MI, %).

Речовина БФ1 у концентрації 10 мкМ інгібувала ріст кореня на 8,7% порівняно з контролем, тоді як за дії Доксорубіцину відсоток інгібування становив 50%. Комплекс Th2 інгібував ріст кореня на 7,2%, а вільний полімер Th1 не впливав на інтенсивність росту коренів порівняно з контролем. БФ1 та комплекс Th2 незначно інгібували проростання насіння (на 4,5% і 5,2% відповідно) порівняно з контролем та Доксорубіцином (інгібування становило 20%). За результатами ана-телофазного аналізу не було виявлено змін мітотичного індексу в меристематичних клітинах *Allium* за дії речовини БФ1 та її комплексу з полімерним носієм, тоді як за впливу Доксорубіцину мітотичний індекс суттєво знижувався ($P < 0,01$).

Отже, не було достовірних змін в показниках гострої токсичності (ріст коренів та проростання насіння) та генотоксичності (мітотичний індекс) за впливу похідного тіазолу БФ1 та його комплексу з полімерним носієм. Таким чином, БФ1 та його комплекс з полімерним носієм є потенційними протипухлинними агентами з низьким побічним ефектом.

Тарнопольська О., Котик О., Котлярова А., Марченко С.

ВПЛИВ ВЕКУРОНІЮ БРОМІДУ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ КАТІОННИХ КАНАЛІВ ВЕЛИКОЇ ПРОВІДНОСТІ ЯДЕРНОЇ МЕМБРАНИ НЕЙРОНІВ ПУРКІНЬЄ МОЗОЧКА

Інститут фізіології імені О. О. Богомольця НАН України
вул. Академіка Богомольця, 4, Київ, 01024, Україна
e-mail: tarnopolskaolga@gmail.com

Tarnopolska O., Kotyk O., Kotliarova A., Marchenko S. THE IMPACT OF VECURONIUM BROMIDE ON LARGE CONDUCTANCE CATION CHANNELS IN THE NUCLEAR MEMBRANE OF CEREBELLAR PURKINJE NEURONS. Our current research endeavours are directed towards investigating the physiological function of LCC-channels by evaluating their response to different blockers. The primary objective of this study is to determine the biophysical parameters of LCC-channels expressed in the nuclear membrane of cerebellar Purkinje neurons upon exposure to vecuronium bromide. Our findings show that vecuronium bromide causes a “flickering effect” that increases in a dose-dependent manner, indicating mechanical blockage of the channel pore and sufficient reduction in the average current amplitude through the LCC-channels.

Наші дослідження зосереджено на з'ясуванні властивостей та функцій одного з іонних каналів ядерної мембрани – катіонних каналів високої провідності (LCC-канали – large-conductance cation channels). Ці канали є потенціалозалежними, селективними до невеликих одновалентних катіонів та непроникними для двовалентних катіонів (Marchenko, 2005). Наші попередні дослідження вказували на значну ефективність в інгібуванні струмів крізь канали речовинами ряду н-холіномодуляторів. Мета даної роботи – дослідити параметри функціонування LCC-каналів ядерної мембрани нейронів Пуркіньє мозочка за впливу векуронію броміду – недеполяризуючого міорелаксанта, що конкурентно зв'язується з н-ацетилхоліновим рецептором постсинаптичної мембрани.

Дослідження виконані на ізольованих шляхом гомогенізації ядрах нейронів Пуркіньє мозочка (Marchenko, 2005) 3-4 тижневих щурів ліній *Wistar*. Ядра поміщали у камеру мікроскопа, заповнену розчином наступного складу (ммоль/л): KCl – 150, HEPES – 8, HEPES-калієва сіль – 12, ЕГТА – 1 (pH 7,2). Струми крізь окремі іонні канали внутрішньої ядерної мембрани реєстрували, використовуючи метод patch-clamp у конфігурації «nucleus-attached» або «excised patch» у режимі фіксації потенціалу. Отримані результати проаналізовано за допомогою програми *Clampfit 10.3*. Вірогідність різниці між статистичними групами оцінювали на основі t-критерію Стюдента (* - $P \leq 0{,}05$, ** - $P \leq 0{,}01$, *** - $P \leq 0{,}001$).

При аплікації векуронію броміду ми спостерігали дозозалежне (0,1-1 ммоль/л) зростання інтенсивності ефекту «миготіння», що може свідчити про механічне блокування пори каналу, а також зниження амплітуди струму крізь канал: за концентрації речовини 500 мкмоль/л – на 25,4% ($P \leq 0{,}001$, n=3), та при 1 ммоль/л – на 42,4% ($P \leq 0{,}001$, n=3). Ймовірність перебування їх у відкритому стані при цьому не змінювалася.

Ми припускаємо, що молекула векуронію броміду не утворює зв'язків із селективним фільтром досліджуваного каналу, але здатна проходити в пору каналу, спричиняючи часткове перекривання струму крізь канал, що виражається ефектом миготіння та зниженням амплітуди струму крізь канал без впливу на ймовірність відкритого стану каналу. Отримані дані про фармакологічну чутливість LCC-каналів необхідні для подальшого з'ясування структурно-функціональних характеристик цих каналів та їх фізіологічної ролі.

Подяка: Дослідження виконано за часткової підтримки гранту на виконання проєктів науково-дослідних робіт (НДР) молодих учених НАН України (2021–2022 рр.) (конкурсний проєкт «Фармакологічна чутливість та експресія катіонних каналів великої провідності у ядрах клітин різного типу»); номер держреєстрації 0121U112012.

Goldanova T., Basovsk O., Moroz O.

DOES THE ACUTE KIDNEY INJURY IMPAIR UTERINE CONTRACTION?

Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine"
of Taras Shevchenko National University of Kyiv
Hlushkova Avenue, 2, Kyiv, 03127, Ukraine
e-mail: goldanovatetyana@gmail.com

Acute kidney injury (AKI) is a sudden severe drop in the kidney filtering function of multifactorial origin. In the general population, the incidence of AKI is estimated to be around 0.3–1.5% but has become a significant in-hospital mortality cause (Abebe, 2021). The development of pathologies associated with AKI may occur due to a violation of ion homeostasis (Perner, 2017). In recent years, considerable attention has been paid to the sensory TRP channels of cells as a number of targets for the treatment of various diseases. It is not clearly known the impact of AKI on visceral smooth muscle functioning and molecular mechanisms as a background. This investigation aimed to examine the parameters of spontaneous and stimulated uterine contractility in non-pregnant rats with glycerol-induced AKI. Registration of the intrauterine pressure by the

balloon catheter was performed in an isolated organ bath with the application of KCl (96 nM), oxytocin (10 nM), and oxytocin after selective TRPC4 antagonist Pico145 application (10 nM).

The results of the study demonstrate that AKI leads to significant changes in the contraction parameters of the myometrium. The rate of spontaneous contraction increased by 3.26 folds, while the rate of relaxation decreased by 3.75 folds, compared to the control group. Moreover, when oxytocin and oxytocin after the Pico145 were administered, the area under the contraction curve (AUC) values that represent integral force were found to be decreased by 62% and 56%, respectively, when compared to the control group. In addition, the amplitude of myometrium contractions in conditions of AKI also tends to decrease.

These results indicate that acute kidney injury can alter the contraction parameters of the myometrium in non-pregnant rats, which could have implications for the management of labor in women with kidney disease. The significant increase in the rate of contraction and decrease in the rate of relaxation observed in this study may also help in understanding the mechanisms underlying preterm labor in women with kidney disease (Al Khalaf, 2021).

БІОХІМІЯ
BIOCHEMISTRY

Андрейко В., Люта М., Сибірна Н.

ВПЛИВ ЙОГУРТУ, ЗБАГАЧЕНОГО ПЛОДАМИ *SAMBUCUS NIGRA* L. НА ПЕРОРАЛЬНИЙ ГЛЮКОЗОТОЛЕРАНТНИЙ ТЕСТ У ЩУРІВ З ФРУКТОЗО-ІНДУКОВАНИМ МЕТАБОЛІЧНИМ СИНДРОМОМ

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

Andreyko V., Liuta M., Sybirna N. THE EFFECT OF YOGURT ENRICHED WITH FRUITS OF *SAMBUCUS NIGRA* L. ON THE ORAL GLUCOSE TOLERANCE TEST IN RATS WITH FRUCTOSE-INDUCED METABOLIC SYNDROME. The fruits of *Sambucus nigra* L. are a source of biologically active compounds that can be used as excipients for the treatment of metabolic syndrome. The effect of yogurt enriched with *Sambucus nigra* L. fruits on glucose tolerance in rats with fructose-induced metabolic syndrome was investigated. During the metabolic syndrome, there was a violation of glucose tolerance, and the introduction of yogurt had a positive effect only on 120 min of the oral glucose tolerance test.

Метаболічний синдром – це група станів, які в сукупності підвищують ризик ішемічної хвороби серця, діабету, інсульту та інших серйозних проблем зі здоров’ям. Метаболічний синдром також називають синдромом інсулінорезистентності. Згідно досліджень (A. C. Salvador, 2016) екстракти з плодів *Sambucus nigra* L. можуть знижували резистентність до інсуліну без помітних змін гематологічних показників, ліпідів сироватки крові та гомеостазу мікроелементів сироватки та тканин. Ягоди бузини є потенційним джерелом біологічно активних сполук, які можуть використовуватися як допоміжні речовини для лікування, які супроводжуються порушеннями вуглеводного обміну.

Мета роботи – дослідити вплив йогурту збагаченого плодами *Sambucus nigra* L. на толерантність до глюкози у щурів з метаболічним синдромом.

Дослідження проводили на щурах-самцях масою 250-300 г, які утримувалися в умовах віварію із вільним доступом до їжі і води. Маніпуляції з тваринами проводили із дотримання норм біоетики. Метаболічний синдром індукували введенням 10%-го розчину фруктози щоденно впродовж 10 тижнів. Коли пройшло 6 тижнів, одній з груп тварин почали вводити

йогурт з плодами *Sambucus nigra* протягом 4 тижнів. Доза йогурту 5 мл/кг маси тварин. Склад йогурту: 80% – плоди бузини та 20% – молоко, зброджене *Lactobacillus gasseri*. Перед пероральним глюкозотолерантним тестом (ПГТТ) щурі голодували 18 год. Забір крові було здійснено з хвостової вени через 0, 30, 60, 90 та 120 хв після введення розчину глюкози (1 г/кг). Концентрацію глюкози визначали глюкозооксидазним методом. На основі одержаних результатів будували глікемічну криву та розраховували індекс площі під кривою (AUC glc – area under the curve).

Аналіз глікемічних кривих показав, що у щурів усіх груп концентрація глюкози досягала максимуму на 30-ій хвилині ПГТТ, а потім спостерігали її поступове зниження до вихідного рівня. Проте на 90-ій хв у групах щурів з метаболічним синдромом спостерігали додатковий пік, якого не було в здорових тварин. Концентрація глюкози у цій точці була вищою на 20 % порівняно з контролем. На 120-у хв ПГТТ у щурів, яким вводили йогурт концентрація глюкози в крові була нижчою, ніж у щурів з метаболічним синдромом. Показник AUG достовірно не змінювався у досліджуваній експериментальній моделі і знаходився в межах 650-700 ммоль/л×хв в усіх групах тварин.

Таким чином, за метаболічного синдрому відбувалось порушення толерантності до глюкози, а введення йогурту мало позитивний вплив лише на 120 хв ПГТТ.

Бандура Ю., Чала Д., Канюка О., Кулачковський О., Сибірна Н.

ПОРУШЕННЯ МОРФОЛОГІЧНОГО ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ МІТОХОНДРІЙ В КЛІТИНАХ ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ ЗА УМОВ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ ПЕРШОГО ТИПУ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна
e-mail: yurabandura98@gmail.com

Bandura Y., Chala D., Kaniuka O., Kulachkovsky O., Sybirna N. MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL DISORDERS OF MITOCHONDRIAS IN PANCREAS CELLS UNDER THE CONDITION OF TYPE I DIABETES MELLITUS.. Type 1 diabetes mellitus (DM1) is a chronic metabolic and inflammatory disease caused by autoimmune-mediated destruction of beta cells.Of the many proposed mechanisms, endoplasmic reticulum (ER) stress, mitochondrial dysfunction, and oxidative stress have been shown to play a central role in promoting beta-cell dysfunction. Reactive oxygen species (RSO) are important in the pathogenesis of intoxication that develops in diabetes mellitus.

Цукровий діабет (ЦД) 1-го типу є хронічним метаболічним та запальним захворюванням, спричиненим аутоімунно зумовленим опосередкованим руйнуванням β-клітин. Стрес ендоплазматичного ретикулуму (ЕР), мітохондріальна дисфункція та оксидативний стрес відіграють центральну роль у сприянні дисфункції β-клітин. Важливими в патогенезі інтоксикації, яка розвивається за умов ЦД, є надзвичайно реакційноздатні активні форми оксигену. За фізіологічних умов утворені активні метаболіти знешкоджуються різними неензиматичними та ензиматичними компонентами системи антиоксидантного захисту. Активні форми оксигену, також, є важливими елементами у регуляції аутофагії мітохондрій (мітофагії). Шляхом мітофагії вибірково усуваються пошкоджені мітохондрії. Таким чином, мітофагія має вирішальне значення для підтримки гомеостазу і зменшення накопичення АФО.

Ціллю роботи було дослідити зміни показників, що характеризують морфологічний та фунціональний стан мітохондрій клітин підшлункової залози. Методом електронної мікроскопії встановлено, що у нормі мітофагія спостерігалася лише у 10,3 % клітин підшлункової залози, в той час як за ЦД – 24,4 %. Виявлено, що за умов ЦД характерною ознакою мітофагії було збільшення пошкоджень не зовнішньої, а внутрішньої мембрани

мітохондрії. Це вказувало на наявність механізму націлювання та забезпечення руйнування внутрішнього мітохондріального компартменту. Встановлено, що за ЦД рівень АТФ у клітинах підшлункової залози зменшився на 20 % порівняно з контролем.

Згідно з отриманими даними, за ЦД спостерігається порушення структурного та функціонального стану мітохондрій. Результати можна пояснити тим, що на фоні патологічного впливу гіперглікемії розвивається стрес ендоплазматичного ретикулуму, який є одним з основних регуляторів аутофагії. Можна припустити, що за умов ЦД втрата структурної цілісності та порушення функціонування мітохондрій може призвести до енергетичного виснаження клітини і як результат до її загибелі.

Бугрин М., Гачкова Г., Сибірна Н.

АКТИВНІСТЬ ІНДУЦИБЕЛЬНОЇ NO-СИНТАЗИ У ПІДШЛУНКОВІЙ ЗАЛОЗІ ЩУРІВ ЗА УМОВ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ ТА ВВЕДЕННЯ ЕКСТРАКТУ КОЗЛЯТНИКА ЛІКАРСЬКОГО

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

Buhryn M., Hachkova H., Sybirna N. INDUCIBLE NITRIC OXIDE SYNTHASE ACTIVITY IN PANCREAS UNDER THE CONDITION OF EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS AND ADMINISTRATIONGALEGA OFFICINALIS EXTRACT. The influence of the non-alkaloid fraction of the extract *Galega officinalis* on the content of indicators of oxidative-nitrative stress in the rat pancreas under the condition of experimental diabetes mellitus was studied. The corrective effect of the studied extract was shown on inducible nitric oxide synthase activity and content NO_2^- and NO_3^- in the pancreas of diabetic rats.

Внаслідок активації прозапальними цитокінами у багатьох клітинах організму підвищується експресія гена індуцибельної NO-синтази та посилюється утворення нітроген (II) оксиду. Збільшення активності NO-синтази та вмісту NO зумовлює посилення вільнорадикальних процесів, оскільки взаємодія між NO та $\bullet O_2^-$ призводить до утворення високотоксичного пероксинітриту ($ONOO^-$). Доведено, що NO, який утворюється у підшлунковій залозі відіграє важливу роль у деструкції β-клітин острівців Лангерганса, що зумовлює значне зниження їхньої кількості та розвиток цукрового діабету 1-го типу.

Метою роботи було дослідити вплив безалкалоїдної фракції екстракту козлятника лікарського (БФЕКЛ) на вміст стабільних метаболітів NO – нітрит- та нітрат-аніонів та активність індуцибельної NO-синтази у підшлунковій залозі щурів за умов експериментального цукрового діабету (ЕЦД), а також порівняти ефективність дії цього екстракту та офіцинального фітопрепарату “Арфазетин”.

У роботі використовували 5 груп тварин: перша – контроль; друга – контрольні тварини, яким впродовж 14 днів *per os* вводили БФЕКЛ у дозі 0,6 г/кг маси тіла; третя – тварини з ЕЦД; четверта – тварини з ЕЦД, яким вводили досліджуваний екстракт у вищезазначеній дозі, п’ята – тварини з ЕЦД, яким впродовж 14 днів *per os* вводили препарат порівняння “Арфазетин” у дозі 16 мл/кг маси тіла.

За умов ЕЦД у гомогенатах підшлункової залози щурів збільшується активність індуцибельної NO-синтази на 129 % та вміст нітрит- і нітрат-аніонів на 22% та 323% відповідно, порівняно з контролем. БФЕКЛ та фітопрепарат “Арфазетин” проявляють інгібуючу дію на активність NO-синтази, знижуючи надпродукцію нітроген (II) оксиду в підшлунковій залозі щурів зі стрептозотоцин-індукованим діабетом. БФЕКЛ коригує вміст стабільних метаболітів NO у гомогенатах підшлункової залози щурів з ЕЦД ефективніше, порівняно з фітозбором “Арфазетин”.

Введення БФЕКЛ та фітопрепарату “Арфазетин” зумовлювало зниження активності

NO-синтази та продукції NO_2^- та NO_3^-, що свідчить про наявність у їхньому складі біологічно активних речовин з антиоксидантною дією, які здатні ефективно пригнічувати прояви оксидативно-нітративного стресу в підшлунковій залозі щурів.

Гайова А., Люта М., Сибірна Н.

АНТИОКСИДАНТНИЙ ЕФЕКТ ЙОГУРТУ, ЗБАГАЧЕНОГО БІОЛОГІЧНО АКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ ПЛОДІВ БУЗИНИ ЧОРНОЇ, ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: gayova2002@gmail.com

Haiova A., Liuta M., Sybirna N. ANTIOXIDANT EFFECT OF YOGURT ENRICHED WITH BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF BLACK ELDERBERRY FRUITS IN EXPERIMENTAL METABOLIC SYNDROME. The content of polyphenolic compounds in yogurt has been determined, and its significant antioxidant potential has been found. Administration of yogurt to animals with experimental metabolic syndrome leads to an increase in the activity of superoxide dismutase and catalase in erythrocyte hemolysates compared to animals without administration. A decrease in the activities of the investigated enzymes in erythrocyte hemolysates is observed in experimental metabolic syndrome compared to the control group.

Метаболічний синдром характеризується розвитком оксидативного стресу – стану, за якого виникає дисбаланс між утворенням та інактивацією активних форм Оксигену. Таке порушення може спричинювати накопичення біомолекул з пошкодженою структурою, що призводить до розвитку резистентності до інсуліну, цукрового діабету та судинних ускладнень.

Бузина чорна *(Sambucus nigra* L.*)* здавна використовується в народній медицині для лікування багатьох захворювань завдяки її гіпоглікемічним, антиканцерогенним, імуностимулювальним, протиалергічним, противірусним, антибактеріальним і антидепресивним властивостям, а також здатності знижувати концентрацію ліпідів у крові та їхнє накопичення у жировій тканині (Kolesarova et al., 2022). У складі плодів цієї рослини виявлені флавоноїди, антоціани, фенольні сполуки. Отже, застосування плодів бузини чорної може бути ефективним допоміжним засобом для лікування метаболічного синдрому.

Дослідження проводили на самцях щурів масою 250-300 г, яких утримували в стандартних умовах віварію із вільним доступом до корму та води. У дослідженнях дотримувалися правил біоетики. Метаболічний синдром індукували введенням 10%-го розчину фруктози щоденно впродовж 10 тижнів. Коли пройшло 6 тижнів, одній з груп тварин почали вводити йогурт з плодами *Sambucus nigra* впродовж 4 тижнів. Доза йогурту 5 мл/кг маси тварин. Склад йогурту: 80% – плоди бузини та 20% молоко, зброджене *Lactobacillus gasseri.* Щурів декапітували під ефірним наркозом. Забір крові здійснювали з додаванням гепарину (кінцеве розведення гепарин: цільна кров = 1:100). В еритроцитах крові визначали активності супероксиддисмутази та каталази. Також визначали вміст поліфенольних сполук у досліджуваному йогурті та його антиоксидантну здатність *in vitro* (DPPH-тест).

За метаболічного синдрому спостерігали зниження активностей досліджуваних ферментів у еритроцитах порівняно з контролем. Введення йогурту тваринам з експериментальним метаболічним синдромом обумовлювало підвищення активності супероксиддисмутази та каталази у еритроцитах порівняно з показниками тварин без введення.

В результаті проведених досліджень визначено вміст поліфенольних сполук в йогурті та виявлено його значний антиоксидантний потенціал.

Данилевська М.

ВПЛИВ НАНОКРИСТАЛІВ ДІОКСИДУ ЦЕРІЮ НА ПРООКСИДАНТНИЙ СТАТУС ФІБРОБЛАСТІВ ЛЕГЕНЬ ЩУРІВ *IN VITRO* ЗА УМОВ Г-ОПРОМІНЕННЯ

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

Danylevska M. THE EFFECT OF CERIUM DIOXIDE NANOCRYSTALS ON THE PROOXIDANT STATUS OF RAT LUNG FIBROBLASTS *IN VITRO* UNDER γ-IRRADIATION CONDITIONS. The purpose of the study was to evaluate the effect of redox-active spherical nanocrystals of cerium dioxide on markers of oxidative stress induced by γ-irradiation in a two-dimensional culture of rat lung fibroblasts. Preliminary incubation of lung fibroblasts with CeO2 nanocrystals can significantly reduce the oxidizing effects of ionizing radiation *in vitro* – the content of reactive oxygen species, the level of lipids peroxidation, and the content of 8-isoprostane in cells 3 hours after irradiation.

Гамма-випромінення сьогодні використовують як інструмент променевої терапії при онкологічних захворюваннях. Опромінення пухлин призводить до збільшення активних форм кисню, що може спричиняти виникнення оксидативного стресу та спричиняти загибель нормальних клітин. Редокс-активні нанокристали діоксиду церію (CeO2) цікаві як антиоксиданти, що здатні імітувати дію супероксиддисмутази, каталази та пероксидази. Тому є актуальним вивчення потенційної здатності нанокристалів CeO2 коригувати оксидативний стрес в опроміненій культурі клітин *in vitro*. Метою дослідження було оцінити вплив редокс-активних сферичних нанокристалів діоксиду церію на маркери оксидативного стресу, індукованого γ-опроміненням, у двовимірній культурі фібробластів легень щурів. Визначали ступінь перекисного окиснення ліпідів, вміст активних форм кисню і 8-ізопростану в досліджуваній культурі клітин.

Дослідження проводили на моношарі фібробластів легень щурів лінії Вістар. Нанокристали додавали в культуральне середовище до кінцевої концентрації 2,5 мкг/л за годину до опромінення. У роботі були використані нанокристали CeO2 сферичної форми діаметром 2 нм, синтезовані у відділі нанокристалічних матеріалів Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України. Клітини інкубували з нанокристалами протягом однієї години, а потім опромінювали. Доза опромінення становила 0,75 Гр. Визначення рівня активних форм кисню та ступінь перекисного окиснення ліпідів в живих клітинах визначали флюориметрично з використанням наборів «Cellular Reactive Oxygen Species Detection Assay Kit (Orange Fluorescence)» (Abcam) та «Lipid Peroxidation Assay Kit (Cell-based)» (Abcam) відповідно. Візуалізацію та вимірювання інтенсивності флюоресценції проводили методом конфокальної лазерної мікроскопії (Olympus FV10i-LIV). Визначення концентрації 8-ізопростану проводили спектрофотометрично на мультимодальному мікропланшетному рідері FL-600 (Bio-Tek) за допомогою набору «Isoprostane (8-iso-PGF2a) Serum, Tissue ELISA kit (BioAssay™).

Через 3 години після опромінення в умовах попередньої інкубації з нанокристалами CeO2 у культурі фібробластів легень щурів суттєво знижувався вміст активних форм кисню, рівень перекисного окиснення ліпідів і вміст 8-ізопростану. При цьому інкубація з нанокристалами діоксиду церію набагато ефективніше знижувала вміст активних форм кисню в цитоплазмі клітин, ніж у їх ядрах і ядерцях зокрема. Попередня інкубація фібробластів легень щурів *in vitro* з нанокристалами CeO2 дає змогу істотно зменшити окиснювальну дію іонізуючого випромінювання.

Автор висловлює подяку лікарю-рентгенологу А. В. Трофімову (ДУ Інститут медичної радіології та онкології імені С. П. Григор'єва НАМН України, м. Харків) за проведення роботи з опромінення; колективу відділу нанокристалічних матеріалів Інституту сцинтиляційних матеріалів НАН України (м. Харків) за нанокристали для дослідження; науковому керівникові, к.б.н. К. В. Кот за допомогу та консультації при проведенні дослідження.

Капітанець С., Нагалєвська М., Сибірна Н.

ПОРІВНЯННЯ ВПЛИВУ РІПАКОВОГО МЕДУ ТА РІПАКОВОГО МЕДУ ЗБАГАЧЕНОГО ЛІОФІЛІЗОВАНИМИ ЕКСТРАКТАМИ КВІТОК ТА ЛИСТКІВ БУРКУНА БІЛОГО (*MELILOTUS ALBUS* MEDIC.) НА ПЕРЕКИСНЕ ОКИСНЕННЯ ЛІПІДІВ ТА БІЛКІВ ЕРИТРОЦИТІВ ЩУРІВ

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

Kapitanets S., Nagalievska M., Sybirna N. COMPARISON OF THE EFFECTS OF RAPE HONEY AND RAPE HONEY ENRICHED WITH LYOPHILIZED FLOWER AND LEAVES EXTRACTS OF *MELILOTUS ALBUS* ON LIPID AND PROTEIN PEROXIDATION OF RAT ERYTHROCYTES. The aim of the work was to analyze the antioxidant potential of rape honey and rape honey enriched with lyophilized extracts of flowers and leaves of the *Melilotus albus* by evaluating the content of products of peroxidation of lipids and proteins of erythrocytes. Rape honey, enriched with coumarin, most effectively reduces the manifestations of oxidative stress.

Окиснення і відновлення – ключові процеси в клітинах, в яких активно бере участь Оксиген. Проте, за ряду патологічних умов в організмі може утворюватися надмірна кількість радикальних атомів Оксигену. Якщо число таких атомів Оксигену або вільних радикалів, вище певної критичної маси, запускається ланцюгова реакція, в результаті якої гинуть клітини. Доведено, що оксидативний стрес провокує розвиток таких захворювань і симптомів, як: гіпертензія (підвищений тиск), атеросклероз, діабет, астма, хвороба Альцгеймера та безпліддя.

Метою роботи було проаналізувати антиоксидантний потенціал ріпакового меду та ріпакового меду, збагаченого ліофілізованими екстрактами квіток та листків буркуна білого шляхом оцінки вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів та білків еритроцитів.

Для оцінки антиоксидантного потенціалу досліджуваних зразків меду було змодельовано оксидативний стрес еритроцитів *in vitro,* шляхом їх інкубування з гідроген пероксидом. Карбоксильні групи білків визначали за допомогою методу деривіталізації із 2,4 динітрофенілгідразином (ДНФГ). ДНФГ призводить до утворення стабільного 2,4-динітрофенілу (ДНФ) гідразонового продукту. Вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів, визначали використовуючи TBARS Assay. Тіобарбітурова кислота реагує з малоновим диальдегідом, утворюючи флуоресцентний продукт.

Розвиток оксидативного стресу, індукованого гідроген пероксидом супроводжується збільшенням вмісту ТБК-позитивних продуктів (ТБКПП) на 165 % та збільшенням вмісту карбонільних груп білків основного характеру на 61 %. Застосування ріпакового меду при модельному оксидативному стресі еритроцитів зумовлює зменшення кількості ТБКПП на 25 % та зниження вмісту карбонільних груп білків, як основного так і нейтрального характеру (відповідно, на 93 % та 64 %). Ріпаковий мед, збагачений кумарином при інкубації з еритроцитами та гідроген пероксидом зумовлює зменшення ТБКПП на 65 % та карбонільних груп на 66 % Застосування ріпакового меду, збагаченого ліофілізованим

екстрактом квітів буркуна білого викликає зменшення кількості карбонільних груп білків на 40 %, на фоні зменшення кількості ТБКПП на 32 %. За інкубації еритроцитів з ріпаковим медом, збагаченим ліофілізованим екстрактом листя буркуна білого, встановлено зменшення кількості ТБКПП на 54 %, карбонільних груп білків – на 50 %. Отже, ріпаковий мед збагачений кумарином найефективніше знижує прояви оксидативного стресу.

Красій М., Чала Д., Сабадашка М., Сибірна Н.

ІМУНОМОДУЛЮЮЧИЙ ЕФЕКТ ЕКСТРАКТУ З ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВОК, ЗБАГАЧЕНОГО ПРИРОДНИМ КОМПЛЕКСОМ ПОЛІФЕНОЛІВ, ЗА ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНОГО ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ

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

Krasii M., Chala D., Sabadashka M., Sybirna N. IMMUNOMODULATORY EFFECT OF GRAPE POMACE EXTRACT RICHED IN NATURAL COMPLEX OF POLYPHENOLS UNDER EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS. The aim of the study was to investigate the changes of functional state of leukocytes of rats in norm, under experimental diabetes mellitus and in the case of the administration of grape pomace extract riched in natural complex of polyphenols.

The state of the white blood cell differential of the peripheral blood of rats was studied. The leukocyte formula reflects the percentage ratio of each type of leukocyte. Indicators of phagocytic activity of peripheral blood leukocytes were also studied. According to the results of research, it can be said that grape pomace extract riched in natural complex of polyphenols has positive corrective and an immunomodulatory effects under experimental diabetes mellitus.

Цукровий діабет (ЦД) – це метаболічне захворювання, що характеризується абсолютною або відносною нестачею інсуліну. Щороку значно зростає кількість людей з цією патологією. Це обумовлює важливість постійних досліджень і необхідність розробки нових методів як для запобігання, так і для лікування цієї хвороби. При ЦД уражаються усі функціональні системи організму, зокрема й імунна система, невід’ємним елементом якої є лейкоцити периферичної крові.

Метою дослідження було дослідити зміни функціонального стану лейкоцитів щурів у нормі, за експериментального цукрового діабету та у разі введення екстракту з виноградних вичавок, збагаченого природним комплексом поліфенолів (екстракт ПКП).

Спочатку, вивчали стан лейкоцитарної формули периферичної крові щурів. Лейкоцитарна формула відображає відсоткове співвідношення кожного типу лейкоцитів. Типи лейкоцитів, які включені у формулу, включають нейтрофіли, еозинофіли, базофіли, лімфоцити та моноцити. За цукрового діабету встановлено збільшення кількості лімфоцитів та зменшення кількості нейтрофілів у периферичній крові щурів, порівняно з контролем. Також виявлено зниження кількості моноцитів і базофілів за умов досліджуваної патології. При введенні екстракту ПКП тваринам з експериментальним цукровим діабетом кількість лімфоцитів знижувалася, а кількість нейтрофілів, моноцитів збільшувалася, порівняно з діабетом.

Також досліджували показники фагоцитарної активності лейкоцитів периферичної крові. Фагоцитарна активність лейкоцитів у щурів з ЦД, порівняно з контролем, знижується. Зокрема, при 30 і 120 хвилинах інкубації фагоцитарний індекс (ФІ) зменшився на 4,85 % і 3,5 %, відповідно. За досліджуваної патології встановлено зменшення фагоцитарного числа (ФЧ), порівняно з контролем. При стимулюванні клітин перед інкубацією за допомогою fMLP (N-formyl-L-methionyl-L-leucyl-phenilalanine) спостерігали збільшення ФІ на 1,8 % і 1,2 % у контрольних тварин, при 30 і 120 хв інкубації відповідно, тоді як при діабеті

значних змін досліджуваного показника при стимулюванні клітин не встановлено. При веденні екстракту ПКП у тварин з ЦД збільшувався ФІ на 4,42 %, 4 %, 4,17 і 3,32 %, при 30 та 120 хв інкубації без та з додаванням fMLP відповідно, у порівнянні з ЦД. При цьому достовірних змін ФЧ не виявлено, порівняно зі значеннями відповідних груп без додавання fMLP.

Згідно з результатами досліджень можна стверджувати, що екстракт з виноградних вичавок, збагачений природним комплексом поліфенолів, має позитивний коригуючий вплив і проявляє імуномодулюючу дію за експериментального цукрового діабету.

Кугаївська В., Копильчук Г., Николайчук І.

АКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ЦИТОХРОМУ Р-450 В ПЕЧІНЦІ ЩУРІВ ІЗ АЦЕТАМІНОФЕН-ІНДУКОВАНИМ УРАЖЕННЯМ ПІСЛЯ ЧАСТКОВОЇ ГЕПАТЕКТОМІЇ

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012, Україна
e-mail: kuhaivska.vitaliia@chnu.edu.ua

Kuhaivska V., Kopylchuk H., Nykolaichuk I. CYTOCHROME P-450 SYSTEM ACTIVITY IN THE LIVER OF RATS WITH ACETAMINOPHEN INDUCED INJURY AFTER PARTIAL HEPATECTOMY. An increased activation of *p*-hydroxylase and *N*-oxygenase of CYP450 in the microsomal fraction of the liver of rats with acetaminophen induced injury after partial hepatectomy occurs after 72 h and in the remote period 168 h, indicating a violation of the detoxification capacity of the liver.

Найвираженішим прикладом регенерації печінки є модель її відновлення після резекції 70 % тканини (Michalopoulos, 2017). Однак, часткова гепатектомія може призводити до зменшення об'єму тканин печінки з потенційно зниженою здатністю метаболізувати терапевтичні засоби (Ramachandran, 2018). Ацетамінофен нині широко використовують як жарознижувальний, протизапальний та знеболювальний засіб, зокрема, у схемі лікування COVID-19. Окрім того, ацетамінофен застосовують як модельний гепатотоксин, метаболізм якого здійснюється ізоформами цитохрому Р-450 (CYP450) – CYP2E1, CYP1A2 та CYP3A4 у печінці (Alabbas, 2023).

Тому метою роботи стало дослідження *p*-гідроксилазної та *N*-оксигеназної активностей цитохрому Р-450 у мікросомальній фракції печінки щурів за умов токсичного ураження ацетамінофеном після часткової гепатектомії.

Модель часткової гепатектомії (ЧГЕ) полягала у резекції 2/3 тканини печінки – лівої латеральної та медіальної часток за методом Mitchell & Willenbring. Визначення активності CYP450 здійснювали через 24 (фаза праймінгу), 48 (період активної проліферації клітин), 72 (фаза термінації) та 168 годин (віддалений період) після проведення ЧГЕ.

Результати досліджень засвідчують зростання *p*-гідроксилазної активності CYP450 в мікросомальній фракції печінки інтактних щурів, що підлягали частковій резекції тканини печінки (К/ЧГЕ) у 2 рази лише на 72 год після проведення ЧГЕ порівняно з контролем (0 год). Водночас регенераційний процес відновлення печінки щурів з ацетамінофен-індукованим ураженням, яким здійснювали часткову гепатектомію (ТУ/ЧГЕ) характеризується зростанням *p*-гідроксилазної активності CYP450 впродовж всього експерименту (24-168 год після проведення ЧГЕ) з найвищими показниками у період праймінгу (більше ніж у 2 рази) та термінації (більше ніж у 3 рази) порівняно зі значеннями 0 год. Щодо *N*-оксигеназної активності CYP450, то в мікросомальній фракції печінки щурів групи К/ЧГЕ зареєстровано її десятикратне збільшення у період праймінгу порівняно зі значеннями 0 год, тоді як у щурів групи ТУ/ЧГЕ зростання *N*-оксигеназної активності CYP450 спостерігається впродовж всього експериментального періоду.

Гепатоцити здатні індукувати експресію гена детоксикуючих ензимів у відповідь на підвищену потребу (Thomas, 2022). Окрім того, окремі ізоферменти CYP450 здатні гідроксилювати ацетамінофен до утворення нетоксичного метаболіту – 3-гідрокси-ацетамінофену (3-OH-APAP), тоді як інші окиснюють його з накопиченням високореактивного токсичного продукту – N-ацетил-р-бензохіноніміну (NAPQI) (Yang, 2014). За терапевтичних доз ацетамінофену NAPQI детоксикується шляхом кон’югації з глутатіоном, проте токсичні дози цього ксенобіотика можуть перевищувати ємність резерву глутатіону, що призводитиме до розвитку печінкової недостатності (Копильчук, 2014). Також у літературі (Fujino, 2019) повідомляється про зсув метаболізму ацетамінофену через опосередкований CYP450 шлях у пацієнтів після ЧГЕ, що узгоджується з отриманими нами даними зростання *p*-гідроксилазної та *N*-оксигеназної активностей.

Отже, посилена активація *p*-гідроксилазної та *N*-оксигеназної активностей цитохрому P-450 в мікросомальній фракції печінки щурів із ацетамінофен-індукованим ураженням після ЧГЕ відбувається під час термінації (72 год) та у віддалений період (168 год), що вказує на порушення детоксикаційної здатності печінки.

Мороз А.[1], **Бродяк І.**[1], **Кухарська А.**[2], **Сибірна Н.**[1]

ВПЛИВ ЕКСТРАКТІВ ПЛОДІВ РІЗНИХ СОРТІВ ДЕРЕНУ СПРАВЖНЬОГО (*CORNUS MAS* L.) НА КОНЦЕНТРАЦІЮ ГЛЮКОЗИ, РІВЕНЬ ЛАКТАТУ ТА ПІРУВАТУ У ПЛАЗМІ КРОВІ ЩУРІВ ЗА СТРЕПТОЗОТОЦИН-ІНДУКОВАНОГО ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ

[1] *Львівський національний університет імені Івана Франка*
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
[2] *Вроцлавський університет природничих наук*
вул. Хелмонського, 37/41, м. Вроцлав, 51-630, Польща
e-mail: Anna.Moroz@lnu.edu.ua

Moroz A., Brodyak I., Kucharska A. Z., Sybirna N. THE EFFECT OF EXTRACTS OF FRUITS OF DIFFERENT CULTIVARS OF CORNELIAN CHERRY (*CORNUS MAS* L.) ON THE GLUCOSE CONCENTRATION, THE LEVEL OF LACTATE AND PYRUVATE IN RATS’ BLOOD PLASMA UNDER STREPTOZOTOCIN-INDUCED DIABETES MELLITUS. The administration of extracts of fruit of cornelian cherry to animals with diabetes mellitus led to decreasing level of lactate and pyruvate and glucose concentration compared to the non-treated diabetic groups. Such results may represent that the extracts of fruits of different cultivars of *Cornus mas* L. are one of the potential therapeutic agents under diabetes disorders.

Цукровий діабет (ЦД) 1 типу – це хронічне аутоімунне захворювання, що характеризується дефіцитом інсуліну та, як наслідок, гіперглікемією. В процесі внутрішньоклітинного катаболізму глюкози утворюється лактат та піруват. Ці органічні кислоти є ключовими продуктами проміжного метаболізму вуглеводів. За зміною вмісту лактату та пірувату в плазмі крові можна характеризувати особливості й інтенсивність обмінних процесів на рівні цілого організму. Також, діагностично важливим є вимірювання співвідношення концентрації цих метаболітів (лактат (Л) : піруват (П)).

Для коригування метаболічних розладів за ЦД застосовують препарати рослинного походження. Екстракти плодів дерену справжнього (*Cornus mas* L.) зумовлюють значний інтерес серед науковців через наявність у них різноманітних біологічно активних сполук (антоціанів, фенольних кислот, флавоноїдів, іридоїдів) та їхні корисні властивості, такі як антиоксидантна та протизапальна дії. Тому метою роботи було дослідити вплив екстрактів плодів різних сортів дерену справжнього на концентрацію глюкози у плазмі крові, рівень лактату і пірувату та їхнє співвідношення (Л:П) у щурів зі стрептозотоцин-індукованим ЦД.

Дослідження проводили на щурах-самцях лінії Wistar масою 130–150 г. Діабет індукували внутрішньоочеревним введенням стрептозотоцину (55 мг/кг маси). Тварини було поділено на 8 груп: контроль (*1*); тварини зі стрептозотоцин-індукованим ЦД (*2*); тварини з ЦД, яким вводили екстракт червоних плодів *Cornus mas* L. (*3*); екстракт жовтих плодів дерену (*4*); логанову кислоту, екстраговану з жовтих плодів дерену справжнього (*5*); екстракт темно-вишневих плодів дерену справжнього (*6*); екстракт коралових плодів *Cornus mas* L. (*7*) та екстракт плодів гібриду *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc (*8*). Тваринам третьої-восьмої груп досліджувані екстракти вводили перорально у дозі 20 мг/кг маси тіла упродовж 14 днів.

У результаті досліджень було виявлено підвищення концентрації глюкози в 3,3 раза, рівня лактату – в 2,9 раза, концентрації пірувату – в 1,7 раза та зростання значення Л : П – в 1,7 рази у плазмі крові тварин із ЦД порівняно з контролем. Введення екстрактів червоних, жовтих, темно-вишневих, коралових плодів дерену справжнього (*Cornus mas* L.), логанової кислоти та екстракту плодів гібриду *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc діабетичним тваринам зумовлювало достовірне зниження концентрації глюкози, лактату та пірувату, а також зменшення співвідношення Л : П до значень у контрольній групі тварин. Отже, екстракти плодів різних сортів *Cornus mas* L. можуть бути потенційними терапевтичними засобами або дієтичними добавками для коригування метаболічних порушень за ЦД 1 типу.

Петрин Т., Нагалєвська М., Сибірна Н.

ВПЛИВ ГРИБА *GANODERMA LUCIDUM* НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ФЕРМЕНТАТИВНОЇ СИСТЕМИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ КЛІТИН ПЕЧІНКИ ТА АКТИВНІСТЬ АМІНОТРАНСФЕРАЗ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ

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

Petryn T., Nagalievska M., Sybirna N. THE EFFECT OF *GANODERMA LUCIDUM* ON THE ANTIOXIDANT PROTECTION ENZYMATIC SYSTEM FUNCTIONING OF LIVER CELLS AND AMINOTRANSFERASES ACTIVITY UNDER EXPERIMENTAL METABOLIC SYNDROME. It was established that the administration of *G. lucidum* for 7 and 14 days to animals with metabolic syndrome led to positive changes in the activity of enzymes of the antioxidant system (catalase, superoxide dismutase, glutathione peroxidase) and aminotransferases in liver cells, which indicates the possibility of using this medicinal mushroom to correct oxidative stress, which is an important component of the pathogenesis of cardiovascular vascular diseases and metabolic syndrome.

Метаболічний синдром (MetS) відноситься до метаболічних аномалій і на сьогодні доведено, що оксидативний стрес, який є складовою MetS, сприяє розвитку цукрового діабету, атеросклерозу, артеріальної гіпертензії та інших серцево-судинних захворювань. Багато експериментальних досліджень вказують на те, що речовини, отримані з лікарського гриба *Ganoderma lucidum*, володіють антиоксидантним потенціалом. Обмежена кількість досліджень, щодо впливу біологічно активних речовин гриба *G. lucidum* на активність антиоксидантної системи клітин печінки за метаболічного синдрому вказує на актуальність вивчення таких ефектів.

Метою роботи було дослідити вплив суспензії, отриманої з ліофільно висушеного водного екстракту міцелію гриба *G. lucidum* на активність амінотрансфераз і ферментів антиоксидантного захисту у печінці щурів за експериментального MetS.

У дослідженні використовували безпородних білих щурів самців лінії Wistar, у яких

викликали MetS споживанням 10 %-го розчину фруктози, який упродовж 42 діб тварини споживали замість питної води. Тварин розділили на шість груп: контрольні тварини (C); тварини з експериментальним метаболічним синдромом (MetS); контрольні тварини, яким протягом 7 ($C+G_7$) та 14 діб ($C+G_{14}$) вводили суспензію, отриману з ліофільно висушеного водного екстракту міцелію гриба *G. lucidum per os* за допомогою зонда у дозі 1 г/кг маси тіла тварини; тварини з MetS, які споживали досліджувану суспензію протягом 7 ($MetS+G_7$) та 14 діб ($MetS +G_{14}$).

Споживання гриба *G. lucidum* тваринами з MetS протягом 7 діб та 14 діб зумовлювало зниження активності аланінамінотрансферази на 43,6 % (MetS+G7) та на 43,0 % (MetS+G14) порівняно з хворими тваринами. Активність аспартатамінотрансферази знизилась на 11,4 % за умов введення суспензії протягом 7 діб і підвищилась на 18,2 % після введення суспензії протягом 14 діб, щодо тварин з MetS. Також нами було зафіксовано підвищення активності каталази на 23,0 (MetS+G7) та 36,1 % (MetS+G14); супероксиддисмутази на 14,9 ($MetS+G_7$) та 22,4 % ($MetS+G_{14}$); глутатіонпероксидази на 12,6 % ($MetS+G_{14}$), відносно тварин з досліджуваною патологією.

Ми встановили, що введення *G. lucidum* протягом 7 та 14 діб тваринам з MetS призвело до позитивних змін активності ферментів антиоксидантної системи та амінотрансфераз у печінці щурів, що вказує на можливість використання цього лікарського гриба для корекції оксидативного стресу, який є важливою складовою патогенезу серцево-судинних захворювань та MetS.

Сербін А., Коваль Т., Андрійчук Т.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТЕОЛІТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ У НИРКАХ СТАТЕВОНЕЗРІЛИХ ЩУРІВ З ГІПЕРГОМОЦИСТЕЇНЕМІЄЮ

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 60, м. Київ,01033, Україна
e-mail: anton_serbin@ukr.net

Serbin A., Koval T., Andriichuk T. RESEARCH OF PROTEOLYTIC ACTIVITY IN THE KIDNEYS OF IMMATURE RATS WITH HYPERHOMOCYSTEINEMIA. This study aimed to investigate the total proteolytic activity, the activity of metalloproteases and serine proteases in the kidneys of immature rats with hyperhomocysteinemia. It was found an increase in the activity of all explored measures, which may reflect the activation of proteolysis and the development of inflammatory processes in the kidneys. The obtained data are the basis for further more detailed research of individual classes of proteases in order to find effective therapeutic agents for kidneys pathophysiology.

Існує багато літературних даних, які свідчать про те, що гомоцистеїн є біохімічним маркером серцево-судинних, неврологічних, ниркових та інших захворювань. Механізми, що лежать в основі токсичності гомоцистеїну, включають оксидативний стрес, пошкодження ДНК, тіолювання та гомоцистеїнілювання білків, які запускають апоптоз та ексайтотоксичність (Elsherbiny, 2020). Крім того, розвиток оксидативного стресу за гіпергомоцистеїнемії (Hermann, 2021) сприяє пошкодженню білків та накопиченню пептидів різної молекулярної маси (Самборська, 2021).

Підвищений рівень гомоцистеїну вважається фактором ризику прогресування захворювань нирок. У врегулюванні патофізіології нирок центральну роль відіграють протеази, які, як вважають є дієвими терапевтичними мішенями (Demir, 2021).

Метою роботи було дослідити загальну протеолітичну активність, активність серинових протеаз та металопротеаз у гомогенаті нирок статевонезрілих щурів у контролі та за гіпергомоцистеїнемії.

Досліди проводили на білих нелінійних одномісячних щурах-самцях. Модель

хронічної гіпергомоцистеїнемії створювали шляхом внутрішньо шлункового введення D,L-гомоцистеїн тіолактон гідрохлориду (Acros Organics, Італія) на 1 %-му розчині крохмалю один раз на добу упродовж восьми тижнів (Ракша, 2022). Контрольний групі тварин вводили відповідний об'єм 1 %-го розчину крохмалю. Загальну протеолітичну активність вимірювали з використанням казеїну в якості субстрату (Hummel, 1959). Для визначення активності металопротеаз та серинових протеаз як інгібітори використовували етилендіамінтетраоцтову кислоту і фенілметилсульфонілфторид.

Дослідження показників протеолітичної активності у нирках статевонезрілих щурів за хронічної гіпергомоцистеїнемії виявили теденцію до значної інтенсифікації системного протеолізу. Встановлено підвищення загальної протеолітичної активності та активності металопротеаз в середньому на 40 % відносно контролю. Щодо активності серинових протеаз, то нами виявлено її зростання на 85% в гомогенаті нирок статевонезрілих щурів за досліджуваного патологічного стану.

Підвищення активності протеаз за хронічної гіпергомоцистеїнемії може свідчити про розвиток запалення у нирках, оскільки надмірна активація протеолізу спричиняє розвиток запальних процесів (Тарасенко, 2012), які в організмі регулюється в основному *цитокінами*. Виявлено, що регуляція експресії генів металопротеаз на транскрипційному та посттранскрипційному рівнях опосередковується низкою цитокінів (Fanjul-Fernández, 2010). Водночас гіпергомоцистеїнемія (Сербін, 2022) спричиняє оксидативний стрес, що призводить до накопичення окисно-модифікованих білків, які більшою мірою схильні до деградації специфічними протеолітичними системами.

Отримані дані є основою для подальшого більш детального дослідження окремих груп протеаз з метою пошуку дієвих терапевтичних засобів за патофізіології нирок.

Соколов О., Волощук О.

ІНТЕНСИВНІСТЬ ОКСИДАТИВНОГО УШКОДЖЕННЯ МІТОХОНДРІАЛЬНИХ ПРОТЕЇНІВ У СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗАХ ЩУРІВ ЗА УМОВ ТОКСИЧНОГО УРАЖЕННЯ АЦЕТАМІНОФЕНОМ

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2, м.Чернівці, 58012, Україна
e-mail: sokolov.oleksandr@chnu.edu.ua

Sokolov O., Voloshchuk O. INTENSITY OF OXIDATIVE DAMAGE OF MITOCHONDRIAL PROTEINS IN SKELETAL MUSCLES OF RATS under the conditions OF TOXIC INJURY of acetaminophen. It is shown that in animals under the conditions of consumption of a low-protein diet, there are no changes in the intensity of superoxide radical generation and the content of carbonyl derivatives in the mitochondria of skeletal muscles, but the content of protein SH-groups decreases. At the same time, under the conditions of toxic damage by acetaminophen, a reliable activation of free radical processes is observed, in particular, increased generation of the superoxide radical, accumulation of carbonyl derivatives, and a decrease in the content of protein SH-groups.

Парацетамол (ацетамінофен) відомий як анальгетичний та жарознижувальний препарат, що широко використовується у клінічній практиці. У терапевтичних дозах парацетамол безпечний, проте при передозуванні або застосуванні його протягом тривалого часу може спостерігатися токсичне ураження різних органів. Нині активно вивчаються біохімічні механізми гепато- та нефротоксичності ацетамінофену, водночас у літературі зустрічаються окремі відомості про вплив токсичних доз препарату на скелетні м'язи. Передозування парацетамолом супроводжується зниженням рівня антиоксидантів у м'язах, підвищенням уразливості до оксидативного стресу, зниженням активності ферментів, які

забезпечують енергетичний метаболізм м’язів. Наслідком таких змін може стати порушення скоротливої здатності скелетних м’язів, м’язова слабкість або навіть м’язова дистрофія. Тому метою роботи стало дослідження інтенсивності генерації супероксид аніон радикалу та вільнорадикального ушкодження мітохондріальних протеїнів у скелетних м’язах щурів за умов гострого ураження ацетамінофеном на тлі аліментарного дефіциту протеїну.

За умов споживання низькопротеїнового раціону не спостерігається змін показників інтенсивності генерації супероксид радикалу і вмісту карбонільних похідних в мітохондріях скелетних м’язів, проте знижується вміст протеїнових SH-груп. Водночас у тварин з передозуванням ацетамінофеном спостерігається підвищення генерації супероксиду, підвищення вмісту карбонільних похідних та зниження вмісту протеїнових SH-груп. Проте максимально виражена активація вільнорадикальних процесів характерна для тварин з передозуванням ацетамінофеном, яких утримували за умов дефіциту протеїну у раціоні: нами зафіксовано підвищення генерації супероксиду у 2,4 рази, підвищення вмісту карбонільних похідних удвічі на тлі зниження змісту SH-груп у понад 3 рази порівняно з контролем. Однією з можливих причин інтенсифікації вільнорадикальних процесів у скелетних м’язах щурів за умов інтоксикації ацетамінофеном може бути утворення аддуктів метаболіту ацетамінофену NAPQI з мітохондріальними протеїнами, а також виснаження пулу глутатіону за умов дефіциту протеїну. Скелетні м’язи є основним постачальником амінокислот для синтезу глутатіону у печінці, потреба у якому зростає за умов інтоксикації ацетамінофеном (Powers, 2014). Окрім того, скелетні м’язи відіграють важливу роль у підтриманні пулу вільних амінокислот за умов білкового голодування. Тому, враховуючи, що інтенсифікація генерації АФО відіграє важливу роль у регуляції окисно-відновних шляхів, які контролюють протеоліз у скелетних м’язах, то виявлена нами інтенсифікація вільнорадикальних процесів у мітохондріях скелетних м’язів може розглядатися як компенсаторний механізм, спрямований на поповнення пулу вільних амінокислот за умов дефіциту протеїну та інтоксикації ацетамінофеном. Наслідком встановлених змін може бути зниження м’язевої маси та порушення скоротливої функції скелетних м’язів.

Стецюк В., Чала Д., Сабадашка М., Сибірна Н.

АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТУ З ВИНОГРАДНИХ ВИЧАВОК, ЗБАГАЧЕНОГО ПРИРОДНИМ КОМПЛЕКСОМ ПОЛІФЕНОЛІВ, У ПЛАЗМІ КРОВІ ЩУРІВ З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ЦУКРОВИМ ДІАБЕТОМ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: stetsiuk.viktoriia18@gmail.com

Stetsiuk V., Chala D., Sabadashka M., Sybirna N. ANTIOXIDANT ACTIVITY OF GRAPE POMACE EXTRACT RICH IN NATURAL COMPLEX OF POLYPHENOLS IN BLOOD PLASMA OF RATS WITH EXPERIMENTAL DIABETES. Diabetes mellitus is a group of metabolic diseases characterized by hyperglycemia induced by defects in the secretion or action of insulin. Oxidative stress occurs as a result of an imbalance between reactive oxygen species and the antioxidant defense system. Grape pomace extract rich in natural complex polyphenols is capable of correcting the state of oxidative stress, in particular affecting the activity of antioxidant enzymes and the oxidation of proteins and lipids.

Цукровий діабет – група метаболічних захворювань, які характеризуються гіперглікемією, що виникає у результаті дефектів секреції чи дії інсуліну (American Diabetes Association, 2008). Оксидативний стрес виникає у результаті порушення рівноваги між активними формами Оксигену й антиоксидантною системою захисту (Mariyam S., 2020).

Метою роботи було дослідити зміни молекулярних маркерів оксидативного стресу у плазмі крові щурів з експериментальним цукровим діабетом за введення екстракту з

виноградних вичавок, збагаченого природним комплексом поліфенолів.

Дослідження проводили на самцях білих безпородних щурів масою 100 – 180 г. Експериментальний цукровий діабет індукували внутрішньоочеревинним введенням стрептозотоцину.

Встановлено, що активність супероксиддисмутази, каталази та глутатіонпероксидази знижується порівняно з контролем у 1,4 раза, 1,35 раза та 1,25 раза, відповідно, за умов цукрового діабету. За введення екстракту з виноградних вичавок, збагаченого природним комплексом поліфенолів, у тварин з цукровим діабетом спостерігали підвищення активності супероксиддисмутази, каталази та глутатіонпероксидази в 1,4 раза, 1,5 раза та 1,3 раза, відповідно, порівняно з даними отриманими за експериментального цукрового діабету.

За умов цукрового діабету вміст карбонільних груп білків нейтрального й основного характеру зростав у плазмі крові щурів на 71,5 % та 97 %, відповідно, а вміст ТБК-позитивних продуктів зростав на 45 % порівняно з контролем. При введенні екстракту з виноградних вичавок, збагаченого природним комплексом поліфенолів, тваринам з цукровим діабетом виявлено зниження вмісту карбонільних груп білків нейтрального й основного характеру на 62 %, та 98 %, відповідно, а також знижнення вмісту ТБК-позитивних продуктів на 36 %, порівняно з діабетом.

Отримані результати підтверджують, що екстракт з виноградних вичавок, збагачений природним комплексом поліфенолів, здатний коригувати оксидативний стрес, зокрема, впливати на активність антиоксидатних ферментів та на окиснення білків і ліпідів у плазмі крові щурів.

Стрелкова К., Сербін А., Коваль Т.

АКТИВНІСТЬ РІЗНИХ ІЗОФОРМ СИНТАЗИ ОКСИДУ АЗОТУ У НИРКАХ СТАТЕВОНЕЗРІЛИХ ЩУРІВ З ГІПЕРГОМОЦИСТЕЇНЕМІЄЮ

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 60, м. Київ,01033, Україна
e-mail: kstrelkova5@gmail.com

Strelkova K., Serbin A., Koval T. THE ACTIVITY OF DIFFERENT ISOFORMS OF NITRIC OXIDE SYNTHASE IN THE KIDNEYS OF IMMATURE RATS WITH HYPERHOMOCYSTEINEMIA. The aim of the investigation was to evaluate the total activity of nitric oxide synthase (NOS), the activity of the inducible and constitutive isoforms of the enzyme in the kidneys of immature rats with hyperhomocysteinemia. A decrease in the total activity levels of NOS and its constitutive cNOS (nNOS and eNOS) isoforms was established compared to an increase in inducible (iNOS) nitric oxide synthase's activity levels, which may indicate the activation of inflammatory processes in the kidneys.

Гіпергомоцистеїнемія часто зустрічається у пацієнтів, які страждають на хронічні захворювання нирок та мають останню стадію захворювання – ниркову недостатність (Pushpakumar, 2019). Підвищений рівень гомоцистеїну є основною причиною смертності від серцево-судинних захворювань у дітей із хронічною хворобою нирок. Зазначена патологія супроводжується у більшості пацієнтів активацією запалення та ендотеліальною дисфункцією (García-Bello, 2021). Потенційні механізми, за яких підвищений рівень гомоцистеїну призводить до зниження біодоступності оксиду азоту, включають інгібування оксиду азоту оксидативним стресом (Liu, 2023), ферментативне інгібування асиметричним диметиларгініном (Rochette, 2013), стрес ендоплазматичного ретикулума, можливою реалізацією якого є апоптоз ендотеліальних клітин (Sankrityayan, 2023) та стан хронічного запалення (Lai, 2015). За характером індукції та фізіологічними властивостями синтази оксиду азоту поділяють на два типи: кальцій та кальмодулін залежні конститутивні

синтази, до яких належать нейрональна (nNOS) й ендотеліальна (eNOS) ізоформи, та цитокінзалежна індуцибельна (iNOS) синтаза (Forstermann, 1994).

Метою роботи було дослідити загальну активність синтази оксиду азоту та активність індуцибельної і конститутивних ізоформ ферменту у гомогенаті нирок статевонезрілих щурів у контролі та за гіпергомоцистеїнемії.

Досліди проводили на білих нелінійних щурах-самцях одномісячного віку. Модель хронічної гіпергомоцистеїнемії створювали введенням внутрішньошлунково D,L-гомоцистеїн тіолактон гідрохлориду (Acros Organics, Італія) на 1 %-му розчині крохмалю один раз на добу упродовж восьми тижнів (Ракша, 2022). Контрольний групі тварин вводили відповідний об’єм 1 %-го розчину крохмалю. Визначення активності синтази оксиду азоту проводили методом, адаптованим для спектрофотометричного вимірювання, за накопиченням L-цитруліну (Salter, 1991; Chin, 1999).

Дослідження загальної активності синтази оксиду азоту дало змогу встановити зниження показника на 20% відносно контрольних значень. У разі визначення активності ізоформ синтази оксиду азоту було встановлено зниження на 80% активності cNOS та підвищення на 20% активності iNOS за досліджуваного стану нирок.

Зниження активності загальної синтази оксиду азоту та cNOS може свідчити про інгібування гомоцистеїном біодоступності оксиду азоту, що може сприяти розвитку ендотеліальної дисфункції та інших патологічних процесів у нирках. Підвищення активності iNOS ймовірно вказує на розвиток запальних процесів, оскільки iNOS з’являється у клітинах лише після їхньої індукції деякими медіаторами запалення. Зокрема, цей процес може провокуватися бактеріальними ліпополісахаридами, деякими ендотоксинами та цитокінами, такими як інтерлейкін-1, інтерлейкін-2, γ-інтерферон, фактор некрозу пухлин - α тощо (Сапатий, 2008).

Черелюк Е., Волощук О.

АМФ-ДЕЗАМІНАЗНА ТА 5’-НУКЛЕОТИДАЗНА АКТИВНОСТІ У НИРКАХ ЩУРІВ ЗА УМОВ ТОКСИЧНОГО УРАЖЕННЯ АЦЕТАМІНОФЕНОМ НА ТЛІ БІЛКОВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2, м. Чернівці, 58012, Україна
e-mail: chereliuk.elizaveta@chnu.edu.ua

Chereliuk E., Voloshchuk O. ACTIVITY OF AMP DEAMINASE AND 5’-NUCLEOTIDASE IN THE KIDNEY OF RATS UNDER CONDITIONS OF TOXIC ACETAMINOPHEN DAMAGE WITH PROTEIN DEFICIENCY. It is demonstrated that under the conditions of dietary protein deficiency in the kidneys, there is a decrease in the activity of the 5’-nucleotidase while maintaining the control indicators of the AMP-deaminase activity. However, under conditions of toxic effects of acetaminophen, there is a decrease in 5’-nucleotidase activity against the background of an increase in AMP-deaminase activity. In the group of animals LPD/TI, the values of enzymes activity do not reliably differ from the indicators of the group TI.

Для реалізації функцій нирок – підтримання балансу електролітів і кислотно-лужного стану, виведення токсичних речовин, реабсорбції поживних речовин визначальним є їх адекватне енергозабезпечення (Hallan, Sharma, 2016). Важливими показниками стану системи енергозабезпечення нирок є активність ензимів катаболізму пуринових нуклеотидів 5’-нуклеотидази (КФ 3.1.3.5.), яка забезпечує гідроліз нуклеотидів до нуклеозидів та вільного фосфату, зокрема АМФ до аденозину та ІМФ до інозину, а також АМФ-дезамінази (КФ 3.5.4.6.) – лімітуючого ензиму катаболізму АМФ, який каталізує перетворення АМФ до ІМФ з виділенням вільного аміаку. Відомо, що активність цих

ензимів детермінує інтенсивність подальшого розпаду пурину до кінцевого продукту – сечової кислоти, регулюючи, таким чином, внутрішньоклітинну концентрацію аденілових нуклеотидів. Враховуючи, що розуміння механізмів регуляції енергетичного метаболізму нині розглядається як багатообіцяюча стратегія затримки прогресування патологій нирок (Liu et al., 2020), метою нашої роботи було дослідження 5'-нуклеотидазної та АМФ-дезаміназної активностей у нирках щурів за умов токсичного ураження ацетамінофеном на тлі білкової недостатності.

Для проведення дослідження були сформовані 4 групи тварин: I – тварини, які отримували повноцінний раціон протягом 28 діб (К); II – тварини, яких утримували на низькопротеїновому раціоні (НПР); III – тварини, яким моделювали гостре токсичне ураження ацетамінофеном (ТУ); IV – тварини, яким після утримання на низькопротеїновому раціоні, моделювали гостре токсичне ураження ацетамінофеном (НПР/ТУ).

У результаті проведених досліджень встановлено, що у цитозолі нирок тварин, яких утримували на низькопротеїновому раціоні, спостерігається зниження 5'-нуклеотидазної активності на тлі збереження АМФ-дезаміназної активності на рівні показників контролю. Водночас за умов введення токсичних доз ацетамінофену АМФ-дезаміназна активність зростає у понад 2 рази на тлі зниження 5'-нуклеотидазної активності майже у 3 рази. Слід зазначити, що у тварин групи НПР/ТУ показники АМФ-дезаміназної та 5'-нуклеотидазної активності достовірно не відрізняються від показників групи ТУ, що, ймовірно, вказує на визначальний вплив ацетамінофену на стан катаболізму аденілових нуклеотидів. Активація АМФ-деамінази за умов токсичного ураження ацетамінофеном може відігравати важливу регуляторну роль, оскільки продукт реакції ІМФ надалі перетворюється в інозин, який є регулятором експресії низки білків, зокрема SOD, SIRT, IkB-α та iNOS, що свідчить про важливу роль цієї молекули у активації антиоксидантного захисту та передачі внутрішньоклітинних сигналів.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що активація АМФ-дезамінази на тлі зниження активності 5'-нуклеотидази може розглядатися як одна із ланок механізму, спрямованого на активацію компенсаторних реакцій та на підтримання енергетичного балансу у клітинах нирок за умов інтоксикації ацетамінофеном.

Шевчук З., Галенова Т.

ЕКСТРАКТ ТКАНИН МЕДУЗИ *DIPLULMARIS ANTARCTICA* ЯК ПЕРСПЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО РЕЧОВИН З АНТИОКСИДАНТНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська 60, м. Київ, 01033, Україна
e-mail: zoranasev251@gmail.com

Shevchuk Z., Halenova T. TISSUE EXTRACT OF JELLYFISH *DIPLULMARIS ANTARCTICA* AS A PROSPECTIVE SOURCE OF ANTIOXIDANTS. Marine organisms and their derivative molecules are reported to be a reliable source of antioxidant products in the form of biomass, crude extracts, fractions, or pure compounds. Here, the jellyfish *D. antarctica* tissue extract was analyzed for the presence of antioxidant substances. Obtained results revealed the presence of antioxidants in the jellyfish protein hydrolysate.

Морські організми та їх метаболіти є цікавим та перспективним об'єктом у сфері відкриття та дослідження нових біологічно активних речовин. Природні компоненти одержані з гідробіонтів мають ряд особливостей, які обумовлені унікальність середовища існування. Так, за постійної дії стресових чинників та інших факторів навколишнього середовища, організм морських біонтів змушений пристосовуватися до умов існування, шляхом розвитку адаптаційних механізмів, часто пов'язаних з синтезом вторинних метаболітів та макромолекул з антиоксидантними властивостями. На сьогоднішній день

з тканин морських організмів ізольовано ряд сполук-антиоксидантів, що знайшли своє застосування при виготовлені косметичних та фармацевтичних засобів. Незважаючи на певні досягнення в цій сфері, пошук нових джерел речовин з антиоксидантними властивостями серед морських біонтів залишається актуальним та викликає неабиякий інтерес з боку світової наукової спільноти.

Метою даного дослідження було вивчити антиоксидантні властивості екстракту тканин *Diplulmaris antarctica*, виду антарктичних медуз родини Ulmaridae.

З метою одержання тканинного гідролізату, тканини гідробіонта (*D. antarctica*) гомогенізували; до одержаного екстракту додавали КОН до досягнення значень pH 11. Осад, що утворився видаляли центрифугуванням. Утворений супернатант піддавали діалізу, до моменту досягнення значень нейтрального pH. Антиоксидантний ефект компонентів супернатанту (білкового гідролізату тканин медузи) вивчали в експериментах *in vitro.* Для цього, до інкубаційного середовища, що містило 1 % твін-80, додавали зразок тканинного екстракту (з вихідною концентрацією пептидів – 1 мг/мл). Процес окиснення твін-80 до ТБК-активних продуктів ініціювали внесенням в інкубаційне середовище $FeSO_4$ та аскорбінової кислоти. Кількість ТБК-активних продуктів визначали через 48 годин інкубації у реакції з тіобарбітуровою кислотою та подальшою спектрофотометрією при 532 нм. Розрахунок рівня інгібування окиснення твін-80 (антиоксидантної активності, АОА) проводили за формулою АОА = (ОЩк - ОЩд / ОЩк) · 100%, де ОЩк і ОЩд – оптична щільність контрольної та дослідної проб, відповідно. Контрольна проба містила всі вищезазначені компоненти, окрім дослідного зразка.

Встановлено, що оптична щільність контрольної проби була майже у 2 рази вище показника дослідної проби, що свідчить про більш інтенсивне накопичення ТБК-активних сполук, а отже і про вищий рівень окиснення твін-80. Розрахунок антиоксидантної активності компонентів білкового гідролізату тканин медузи показав рівень інгібування – 47%.

Одержані результати доводять присутність серед компонентів білкового гідролізату тканин *D. antarctica* речовин з антиоксидантними властивостями. Такі дані наштовхують на думку про перспективу дослідження як компонентного складу екстракту з метою ідентифікації компонентів, що відповідають за такий ефект, так і інших можливих біологічних ефектів, зокрема антибактеріальної, ранозагоюючої дії, тощо.

Buyun L.[1], Tiupova T.[2], Gyrenko O.[1], Opryshko M.[1], Kovalska L.[1], Tkaczenko H.[2], Kurhaluk N.[2]

OXIDATIVE-INDUCED MODIFICATION OF PROTEINS AND HEMOLYSIS OF EQUINE ERYTHROCYTES IN AN *IN VITRO* EVALUATION OF ANTIOXIDANT PROPERTIES OF EXTRACTS DERIVED FROM VARIOUS ORCHIDS SPECIES BELONGING TO THE *COELOGYNE* LINDL. GENUS

[1]M.M. Gryshko National Botanic Garden, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine;
[2]Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Poland
22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland

Though many model systems are frequently used to study the biochemical alterations under the condition of oxidative stress including the tissues from various parts of the body, erythrocytes, as the most common type of blood cells, get superior among them (Pagano and Faggio, 2015). Red blood cell has always been an important medium for study due to the important role it plays in varied physiological and metabolic processes (Saxena and Seshadri, 1983; Suwalsky et al., 2009). The aim of our study was to assess the antioxidant and anti-hemolytic properties of aqueous extracts obtained from the leaves of various orchids species from *Coelogyne* Lindl. genus in an *in vitro* model using equine erythrocytes. Therefore, the main goal of our study was the *in*

vitro analysis of the markers of protein damage (aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins, OMP) and hemolysis of erythrocytes in assessing the antioxidant potential of leaf extracts obtained from selected species of *Coelogyne* Lindl. genus when incubating with the suspension of equine erythrocytes.

Leaves of orchids for study, i.e. *Coelogyne asperata* Lindl., *C. assamica* Linden & Rchb.f., *C. brachyptera* Rchb.f., *C. cristata* Lindl., *C. fimbriata* Lindl., *C. flaccida* Lindl., *C. huettneriana* Rchb.f., *C ovalis* Lindl., *C. pandurata* Lindl., *C. rochussenii* de Vriese, *C. speciosa* (Blume) Lindl., *C. tomentosa* Lindl., *C. viscosa* Rchb.f. were collected at the M.M. Gryshko Central Botanical Garden(NBG) of the National Academy of Sciences of Ukraine (Kyiv, Ukraine). The NBG collection of tropical orchids was registered at the Administrative Organ of CITES in Ukraine (Ministry of Environment, registration No. 6939/19/1-10 of 23 June 2004). Fresh leaves were washed, weighted, crushed, and homogenized in 0.1M phosphate buffer solution (pH 7.4) (in the proportion of 1: 19, w/w) at room temperature.

Blood was drawn from the jugular veins of the animals in the morning, 90 minutes after feeding, while the horses were in the stables (between 8:30 and 10 AM). Blood was stored in tubes with anticoagulant and held on the ice until centrifugation at 3,000 rpm for 5 min. Erythrocyte aliquots were used in the study. To evaluate the extracts' potential to cause hemolysis in equine erythrocytes, a hemolysis assay based on the spectro-photometric measurement of hemoglobin in the supernatant was performed. A volume of 0.1 mL of the various extracts was added to 1.9 ml of clean equine erythrocytes. After incubation the mixture at 37°C for 60 min with continuous stirring. Control samples were incubated with 0.1M phosphate buffer (pH 7.4). In our studies, we determined the level of erythrocyte hemolysis after adding 4.9 mL of 0.1M phosphate buffer (pH 7.4) to 0.1 mL of equine erythrocytes incubated with extracts from various orchid species. Control samples instead of blood contained 0.1 mL of 0.1M phosphate buffer (pH 7.4). Total hemolysis was initiated after the addition of 4.9 mL of distilled water to 0.1 mL of erythrocytes. The number of damaged erythrocytes in the samples with extracts was expressed as a percentage (Mariańska et al., 2003). The levels of aldehydic and ketonic derivatives of oxidative modification of proteins were determined in the suspension of erythrocytes and in plasma by reaction with 2,4-dinitrophenylhydrazine (Levine et al., 1990).

The lower level of aldehydic and ketonic derivatives of oxidative modification of proteins in the suspension of erythrocytes after incubation with extracts from the leaves of selected species of *Coelogyne* genus (*C. asperata*, *C. pandurata*, *C. ovalis*, *C. tomentosa*, *C. fimbriata*, *C. cristata*, *C. huettneriana*, *C. speciosa*, *C. viscosa*, *C. assamica*, *C. rochusseni*, *C. flaccida*, *C. brachyptera*) compared to the control sample was demonstrated. In contrast, in the plasma, a higher non-significant level of both aldehydic and ketonic derivatives of OMP for the majority of tested extracts was revealed. Lower values were found only in plasma samples incubated with an extract derived from *C. pandurata* leaves (for aldehydic and ketonic derivatives of OMP) and *C. flaccida* (for ketonic derivatives of OMP). The lowest level of aldehydic and ketonic derivatives of oxidative modification of proteins in plasma was noted for *C. pandurata* extract, while in erythrocytes – for *C. brachyptera* and *C. cristata* extracts. A significant reduction in the level of aldehydic and ketonic derivatives of OMP in the suspension of erythrocytes after incubation with leaf extracts of various orchid species from the *Coelogyne* genus indicates the activation of effective adaptive mechanisms of antioxidant defense in the erythrocytes. The present findings suggest that the extracts of various species from the *Coelogyne* genus have shown remarkable potential in protecting the protein groups by reducing the protein carbonyl content. According to the abovementioned antioxidant mechanisms, extracts of various species from the *Coelogyne* genus may inhibit the formation of protein carbonyls by scavenging free radicals formed *in vitro*.

The results of our study revealed a statistically significant decrease in hemolysis for *C. flaccida*, *C. fimbriata*, *C. assamica* and *C. asperata* extracts compared to the control untreated

group. The presence of a wide spectrum of secondary metabolites, i.e. alkaloids, phenols and flavonoids, phenanthrenes, and terpenoids, containing in plant extracts obtained from *Coelogyne* species and their synergistic action may have antihemolytic and antioxidant properties (Majumder et al., 2001; Sharma et al., 2014; Singh and Kumaria, 2020; Prakash et al., 2021). In addition, these substances prevent the formation of methemoglobin and the hemolysis of equine erythrocytes. We believe that screening all tested plant species for other biological activities may be effective in finding preventive measures in the pathogenesis of certain diseases with the possibility of application in medicine and veterinary. The results also indicate that scientific studies carried out on plants of the *Coelogyne* genus having traditional claims of effectiveness might warrant fruitful results in medicine and veterinary practice.

This work was supported by The International Visegrad Fund, and the authors are cordially grateful for this.

Chala D., Sabadashka M., Sybirna N.

IMPACT OF GRAPE POMACE EXTRACT RICH IN NATURAL COMPLEX OF POLYPHENOLS ON NITRATIVE STRESS IN PANCREATIC CELLS UNDER TYPE 1 DIABETES MELLITUS

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

Our life became very stressful because of coronavirus pandemic. Then, the war added a lot of stress. Also, it is impossible to forget about everyday stress factors. All these lead to the development of various diseases, including diabetes mellitus (Sunena, 2022). Diabetes mellitus is not only characterized by high blood glucose due to the absence of insulin or dysfunctions of its action. This disease affects all functional systems of organism (Cole, 2020). The pancreas is one of the central organs disrupted under diabetes mellitus. Thus, correction of pancreas state by drugs with natural basis under the pathology is prominent. Natural polyphenolic compounds of grape pomace are the potential basis for new drugs, as they have sugar-lowering, antioxidant and anti-inflammatory activities.

The aim of our study was to evaluate the effect of grape pomace extract rich in natural complex of polyphenols on nitrative stress markers in pancreatic cells under streptozotocine-induced diabetes mellitus.

Diabetes mellitus is accompanied by the development of nitrative stress in different tissues, among other in pancreatic cells of rats with experimental diabetes mellitus. Nitric oxide synthase (NOS) is an important element of L-arginine/ Nitrogen (II) oxide (NO) system. There are constitutive (cNOS) and inducible (iNOS) isoforms of this enzyme. We have detected an increase in activity of cNOS and iNOS under diabetes mellitus in pancreas of rats. It is also important to study stable metabolites of NO, such as nitrite (NO_2^-) and nitrate (NO_3^-) anions. Under studied pathology, an accession of NO_2^- and NO_3^- levels were discovered. We also have detected increased level of nitrotyrosine modified proteins in pancreatic cells under diabetes mellitus.

Treatment of rats for 14 days with grape pomace extract rich in natural complex of polyphenols at a dose 45 mg per 1 kg animal weight led to the decrease of cNOS activity and the normalization of iNOS activity under diabetes mellitus. These results can be due to the ability of polyphenols to decrease expression of iNOS genes (Serreli, 2023). The extract also normalized levels of NO_2^-, NO_3^- and nitrotyrosine modified proteins in pancreatic cells under studied pathology. Such results can be related to scavenger activity of polyphenols (Sabadashka, 2021).

The results have shown positive effect of grape pomace extract rich in natural complex of polyphenols on nitrative stress in pancreatic cells under type 1 diabetes mellitus. The extract can inhibit nitrative stress thus correct disorders of an organism. Hence natural polyphenolic

compounds of grape pomace extract should be considered as a potential basis for new drugs with diabetes-correcting abilities.

Kalashnikova M., Rachkovska A., Krenytska D.

COMPARISON OF PLASMINOGEN/PLASMIN CONTENT BETWEEN BLOOD PLASMA SAMPLES OF DONORS WITH AND WITHOUT STREPTOKINASE ADDITION

Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine"
of Taras Shevchenko National University of Kyiv
Hlushkova Avenue, 2, Kyiv, 02000, Ukraine
e-mail: m.kalashnikova2507@gmail.com

Plasmin is the main enzyme of the fibrinolytic system that exists in various zymogenic forms. It was studied that plasminogen/plasmin system plays a significant role in certain physiological and pathological processes such as blood clot fibrinolysis, restoration of normal blood flow, degradation of the extracellular matrix, cell migration, tissue remodeling, wound healing, embryogenesis, inflammation, tumor cell migration, to name but a few. Also, an increase in their level in the bloodstream can cause the appearance of certain pathological changes in the functioning of individual organs and different processes as a whole. So that selection of plasminogen/plasmin and determination of their content in the bloodstream of people who have suffered COVID-19 which is not characteristic of the native state will be useful for further research and will help to prevent the appearance of additional complications.

Blood plasma was received from people who had recovered from COVID-19 3-6 months ago and had agreed to give their plasma for biotechnology experiments in the "BIOPHARMA-PLASMA" company (Kyiv, Ukraine). We distinguished the samples into three groups corresponding to the titers of anti-SARS-CoV-2 (S/C) IgG in them: 0 Index S/C (n=20), 65±5 Index S/C (n=20), 95±5 Index S/C (n=20) and 175±5 Index S/C (n=20). In order to compare the content of active plasminogen/plasmin forms present in the bloodstream and all pro-enzymatic forms with plasminogen origin: 1) blood plasma without streptokinase (P); 2) blood plasma that was pre-incubated with streptokinase (Sk). For further work, the euglobulin fraction was obtained from all samples and mixed with treatment buffer in the following ratios: Sk samples in 1:16 and P samples 1:8. The optimized method of collagen-containing enzyme electrophoresis was conducted with a 15 % separation gel with adding 1 mg/ml collagen solution and elongation of the electrophoresis for 15 minutes.

Having analyzed obtained zymograms we determined that both versions of the samples contain a great amount of low molecular weight forms of plasminogen/plasmin: 0 Index S/C – 75.79%, 65±5 Index S/C – 27.2%, 95 ±5 Index S/C – 74.56%, 175 ±5 Index S/C – 100% in P samples and 0 Index S/C – 90.02%, 65±5 Index S/C – 73.61%, 95 ±5 Index S/C – 100%, 175 ±5 Index S/C – 97.05% in Sk samples. However, the content of the fraction corresponding to plasminogen/plasmin by molecular weight in Sk and P samples differentiates significantly. This fraction was detected in donors with 0 Index S/C – 24.2%, 65±5 Index S/C – 72.8%, and 95 ±5 Index S/C – 6.22% in samples P, while in Sk samples it was found just in a group with 0 Index S/C – 9.98% what means that streptokinase transformed all plasminogen into molecules with lower molecular weight, except for healthy donors. A fraction with a molecular weight of 23 kDa which probably corresponds to elastase was detected just in a group with titer 95±5 Index S/C – 19.22% in P sample and in titers: 65±5 Index S/C – 21.32%, 175 ±5 Index S/C – 2.95% in Sk samples what shows that these enzymes were inactive in the bloodstream. The fraction with molecular weight less than 23 kDa was obtained only in the titer of 65±5 Index S/C in Sk sample, what corresponds to in the amount of 14.12%.

We determined that the biggest part of all plasma samples' without additional activation content is made with low molecular weight forms of plasminogen/plasmin and their level

increases with streptokinase addition. Also, we revealed that in samples with streptokinase, the level of molecules with a weight of 23 kDa and less than 23 kDa increased in samples which didn’t have them normally. It means that the biggest part of molecules with plasminogen/plasmin origin are inactive in the bloodstream after COVID-19 and they can transform into an active form causing an abnormal cleavage of collagen. It can cause the appearance of undesirable pathological changes and create additional risks for human health.

Krenytska D., Nechiporenko B.

PROTEIN C CONTENT IN BLOOD PLASMA OF DONORS WITH DIFFERENT ANTI-SARS-COV-2 IGG TITERS

Department of Biochemistry, Educational and Scientific Center Institute of Biology and Medicine of Taras Shevchenko National University of Kyiv
Hlushkova 2, 03127, Kyiv, Ukraine
e-mail: d.krenytska@gmail.com

The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic has had irreversible and devastating impacts on every aspect of human life. Many physiological processes that occur during respiratory illnesses are mediated by the Protein C (PC). Activated PC, in particular, can reduce inflammation, apoptosis, and regulate the status of endothelium and epithelial barriers. When thrombin interacts with thrombomodulin on endothelial surfaces, anticoagulant capabilities of PC are triggered. Then PC degrades factors V and VIII, resulting in a decrease in thrombin production. As a result, fibrin production is slowed, avoiding the development of thrombosis. Previous research has found clinical cases of PC insufficiency and thrombogenic consequences in COVID-19 patients (Zhang Y., 2020).

In the study was used plasma from donors who donated blood for biotechnological purposes to the “BIOPHARMA-PLASMA” (Kyiv, Ukraine). Based on the results of the Abbott SARS-CoV-2 IgG serological assay, all donors were divided into several groups. The plasma of 60 patients was used to measure Protein C concentration. 40 patients who have suffered from COVID-19, including 20 with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG – 10±5 Index (S/C) and 20 with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG – 85±5 Index (S/C), and 20 patients with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG - 0 Index (S/C). The quantitative analysis concentration of PC was determined using a standard enzyme-linked immunosorbent assay (µQuant BioTek Instruments, BioTek, USA).

Statistical analysis revealed that PC concentrations varied between study groups. Thus, in patients without anti-SARS-CoV-2 IgG levels (142.40±6.47 UI/mL) of PC were higher than in the group of patients with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG - 55±5 Index (S/C) (110.38±7.04 UI/mL) and in the group of patients with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG - 125±5 Index (S/C) (108.6±12.44 UI/mL).

Protein C is a vitamin K-dependent plasma protein zymogen whose modest or severe genetic deficits are associated with a higher risk of venous thrombosis or neonatal purpura fulminans, respectively. Sepsis and disseminated intravascular coagulation are the most common causes of coagulation insufficiency. This is because an initial immune response impairs the coagulation process, resulting in the production of insoluble fibrin clots. However, our study only included donors who were conditionally healthy. Based on the information described above, we hypothesize that people with COVID-19 have impaired functions of anticoagulation parameters that may be caused by the presence of a subpopulation of antibodies in their blood. Understanding the mechanism of PC release is critical for understanding its significance and role in disease development. The measurement of PC levels and activity has great potential as a biomarker for disease diagnosis and tracking.

Lechachenko S.[1], Martyniuk V.[1], Matskiv T.[1,2], Yunko K.[1], Orlova-Hudim K.[3], Geffard A.[4], Palos-Ladeiro M.[4], Stoliar O.[1]

CAN APOPTOTIC ACTIVITIES IN THE NATIVE AND INVASIVE POPULATIONS OF BIVALVE MOLLUSK *DREISSENA POLYMORPHA* EXPLAIN THE SUCCESS OF THIS SPECIES?

[1] Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
M. Kryvonosa Str. 2, 46027 Ternopil, Ukraine
[2] I. Ya. Horbachevsky Ternopil National Medical University
Maidan Voli 1, 46001 Ternopil, Ukraine
[3] Kherson State University,
University Str., 27, 73000 Kherson, Ukraine
[4] Université de Reims Champagne-Ardenne, Normandie Université,
ULH, INERIS, SEBIO, UMR-I 02, Reims, France
e-mail: Oksana.Stolyar@tnpu.edu.ua

Among bivalve molluscs, zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), is known as highly successful invasive species that distributed in Europe and North America from Ponto-Caspian region, including southern Ukraine. Therefore, the question has arisen concerning the remarkable preferences of *D. polymorpha* in the new surrounding (Lovell et al., 2021). Apoptosis is a key mechanism in the buildup and maintenance of both innate and adaptive immunity in different species and is well developed in bivalve molluscs. The goal of this study was to clarify whether the differences in the apoptotic activities between the populations can be the reason for the performances of this species in new surroundings. For that we utilized the unique opportunity to compare the native population of *D. polymorpha* in the Ponto-Caspian region and three distanced invasive populations. The specimens of zebra mussels were sampled in the lower portion of the river Dnipro near the city of Kherson (Kh, native population), in the western Ukraine (Tn, Ternopil municipal pond), and in the northern France, Champagne Ardennes region (Der and Orne ponds) in June of 2021 and prepared for one-two days after sampling. Molluscs were compared by the activities of the central executive apoptotic cytosolic enzyme caspase-3, and cathepsin D (CtD) as a possible lysosomal driver of apoptosis and autophagy. The lysosomal integrity from the acid phosphatase (AcP) activity and Neutral Red Retention (NRR) test, and also the levels of protein carbonyls (PC) and essential transition metals Zn and Cu were analyzed due to their relation to apoptosis activities and stress response.

The comparison of two populations had shown similarity with Kh-group only for AcP (Der and Orne groups). In all other cases the differences between Kh and invasive populations were prominent and analogical. The caspase-3 activity was higher in all invasive populations, particularly in the Orne (~by three times). For the CtD, the regularities were opposite. CtD total activity and its efflux were lesser in these groups when in Kh-group by two-three times with the increase of the efflux rate by 37-50%. Despite low difference in the AcP total activity, its free activity was higher and membrane-bound activity was lesser even by ten times in the invasive populations. NRR test confirmed the loss of lysosome membrane stability in the Der and Orne groups comparing native population. These changes were accompanied by the elevated concentrations of PC in the Der and Orne-groups. Finally, the ratio Zn/Cu in the soft tissues was by 2-10 times lower in the invasive than in the native population, mostly due to the higher level of Cu. Consequently, all these particularities of invasive populations can be assessed as the lysosomes injury and depression of their biogenesis, utilizing of apoptosis and autophagy as a protective measure against damaged cells, and imbalance of metals bioavailability that can indicate the shortness of the life cycle. These findings should be tested for long-term effects on reproduction and renewing of population as an adaptation to new surroundings.

This work has been granted to Melissa Palos-Ladeiro and Oksana Stoliar by the research

program PHC DNIPRO n 46800RK and Ministry of Education and Science of Ukraine (## M-70/2021, M-13/2022) under the French-Ukrainian Cooperation Program.

Matskiv T.[1,2], Martyniuk V.[1], Khoma V.[1], Zabolotna M.[1], Habarova S.[1], Gnatyshyna L.[2], Stoliar O.[1]

HEATING DISTORTS THE BIOCHEMICAL RESPONSE OF *DREISSENA POLYMORPHA* FROM MUNICIPAL POND TO THE MIXTURE OF CAFFEINE AND MICROPLASTICS

[1]Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
M. Kryvonosa Str. 2, Ternopil, 46027, Ukraine
[2]I. Ya. Horbachevsky Ternopil National Medical University
Maidan Voli 1, Ternopil, 46001, Ukraine
e-mail: Oksana.Stolyar@tnpu.edu.ua

In recent years, the understanding of the cumulative impacts of anthropogenic activities was evolved in a complex scenario of multiple stressors. However, a few studies investigated the combined effects on the aquatic habitants in the environmentally relevant models. Caffeine (Caf) is known as one of the most consumed psychoactive drugs that acts as an adenosine antagonist. Microplastics (MP, particles less than 5 mm) are reported to account for 92.4% of surface plastic debris and can be particularly dangerous for the filter-feeding organisms, like bivalve molluscs. Moreover, MP can adsorb hydrophobic contaminants from the water and distort their bioavailability. However, the researches on vector transportation of Caf associated with MP is still in its infancy (Sewwandi, 2022). Water temperature is an important environmental factor for ectotherm aquatic organisms that affects their functionality (de Souza, 2019). Besides, according to the eco-exposome concept and the experimental evidence (Martyniuk, 2022), the adaptations to the certain environment can influence the responses to confounding factors.

With the aim to investigate the effect of environmentally relevant combine exposure on aquatic habitants, zebra mussels *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) from the municipal pond of the city of Ternopil were exposed to caffeine (Caf, 20.0 μg L^{-1}), microplastics (MP, 1 mg L^{-1}, 2 μm in size), and elevated temperature (T, 25 °C) in the single and combined (Mix- and MixT-) exposures during 14 days. Biochemical indexes of lysosomal functionality, transition metals (Zn and Cu) bioavailability, metabolic and antioxidant activities were analyzed in the soft tissues.

Discriminant analysis indicated the lesser distinction from control for MP-group, confirming that single exposure to this pollutant does not cause a prominent effect, probably due to intense rejection of the particles from the organism. The exposures to Caf, heating and combination (Mix) produced tangible responses of the organisms, but the most prominent was the response to mixture at the heating. Nevertheless, the Zn/Cu ratio was decreased in each exposure, reflecting the metal imbalance as the most sensitive marker of exposures. The level of glutathione was corresponding to control in each exposure. However, number of individual manifestations were indicated in each group. The MP-group was distinguished by the decreased levels of Zn, total acid phosphatase (AcPt) and lysosomal (AcPl) acid phosphatases attesting the lysosome injury. All other exposures caused the citrate synthase and SOD (T-, Mix-, MixT-) activation. These data confirmed the tolerance to heating of citrate synthase and SOD in the mussels and provided the evidence of the beneficial effect of Caf on the mussels. Caf-related groups demonstrated also the elevation of the AcPl activity and concentration of metallothionein (MT) total protein and its part in the apo-form. The decreased MT metalation in a single and combined exposures to Caf indicates that the reductive stress with the involving of thiols in the defense responses is more evident than the oxidative stress in these exposures. These data are contradictive with the results of Aguirre-Martinez et al. (2013) who had found the deleterious effect of Caf on the aquatic invertebrates. Probably, the adaptation to the environment of the municipal pond can promote the benefits for zebra mussels in the responses to contaminants like Caf. To summarizing, these data

revealed the minor adverse effect of MP and shared beneficial effects in the exposures contained caffeine, that are partially alleviated by the heating.

This work has been granted to Oksana Stoliar by the research program PHC DNIPRO n 46800RK and Ministry of Education and Science of Ukraine (## M-70/2021, M-13/2022) under the French-Ukrainian Cooperation Program.

Moroz A.[1], Chaban M.[1], Brodyak I.[1], Kucharska A. Z.[2], Sybirna N.[1]

PLASMA LIPID PROFILE IN EXPERIMENTAL DIABETES MELLITUS UNDER ORAL ADMINISTRATION OF EXTRACTS OF FRUITS OF DIFFERENT CULTIVARS OF *CORNUS MAS* L.

[1] Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevsky Str., 79005 Lviv, Ukraine
[2] Wrocław University of Environmental and Life Sciences
37/41 J. Chełmoński St., 51-630 Wrocław, Poland
e-mail: Anna.Moroz@lnu.edu.ua

Diabetes mellitus (DM) is defined as a group of leading cause of morbidity and mortality. Apart from well-known risk factors such as hyperglycemia, a dyslipidaemia plays an important role in the development of diabetic complications, especially cardiovascular. As a consequence, the medicals and biologists has been dealing with this problem. Dyslipidaemias are defined as an alternations of the plasma lipid profile: increased levels of triglycerides, total cholesterol or LDL (low-density lipoprotein) cholesterol, or a low plasma concentration of HDL (high-density lipoprotein) cholesterol, or a combination of these features (Merćep, 2022).

Due to the lower toxicity and less frequency of side effects, medicinal plants posess a vast potential in the treatment of diabetes. Screening of antidiabetic agents indicates that one of their main potential sources is natural products of plant origin. *Cornus mas* L. is a source of vitamins and minerals and contains a large amount of anthocyanins, flavonols, phenolic acids and iridoids. Cultivars of *Cornus mas* L. are common in Ukraine and Europe, and in Asia – the *Cornus officinalis* Siebold & Zucc. New cultivars with dark cherry fruit color and coral fruit color were bred on the basis of *Cornus mas* L. Also, a hybrid of *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc was created by hybridizing the genotypes of fruits of these cornelian cherry.

Therefore, the aim of the study was to investigate the impact of extracts of fruits of different cultivars of *Cornus mas* L. on plasma lipid profile in experimental diabetes mellitus (DM).

The experiments were conducted with Wistar male rats weighting 140–170 g. Diabetes mellitus was induced by injection of streptozotocin (55 mg/kg body weight) dissolved in 10 mM citrate buffer. On the 10th day after diabetes manifestation, the rats were orally injected with aqueous solutions of extracts from dark cherry, coral fruits of cornelian cherry and fruits from hybrid of *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc at a dose of 20 mg/kg body weight during 14 days. The concentrations of cholesterol, triglycerides, and high-density lipoproteins were determined in the rats' blood plasma.

According to our results, the content of triglycerides in the blood plasma was significantly increased in diabetic rats when compared to the control group and decreased after treatment with the extract of dark cherry fruits of *Cornus mas* L. and the extract of the *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc. In diabetic animals treated with the extract of the *Cornus mas* L. & *Cornus officinalis* Siebold & Zucc, the total cholesterol concentration in the blood plasma significantly lowered compared to DM. In experimental diabetes the content of HDL cholesterol in blood plasma is significantly reduced compared to the control group. Under the administration of extracts of fruits of *Cornus mas* L. reliable changes of the indexes were detected only in the group of animals that received the extract of dark cherry fruits of cornelian cherry.

The research shows that the extracts of fruits of different cultivars of *Cornus mas* L., which

are rich source of iridoids, anthocyanins, flavonols and phenolic compounds, may be potential therapeutic agents in preventing lipid disorders under DM.

Rachkovska A., Kalashnikova M., Krenytska D.

ANALYSIS OF MATRIX METALLOPROTEINASES (MMP-2 AND -9) IN BLOOD PLASMA OF DONORS WITH VARIOUS TITERS OF ANTI-SARS-COV-2 IGG

Educational and Scientific Center “Institute of Biology and Medicine”
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Hlushkova Avenue, 2, Kyiv, 02000, Ukraine
e-mail: tonia01128@gmail.com

The literature has accumulated a lot of information about changes in the enzyme activity of matrix metalloproteinases (MMPs), such as MMP-2 and -9, in the blood plasma during pathological processes (Nikolov, 2021). Research of these biological components is necessary during the COVID-19 pandemic. It has been proven that the post-COVID-19 syndrome can negatively affect critical physiological processes (Davis, 2021). In addition, the mechanism underlying the development of post-COVID-19 syndrome is unknown. Therefore, the potential changes in MMP-2 and -9 may be an important part of the investigation of the post-COVID-19 syndrome.

The aim of our study was to investigate the quantitative and qualitative composition of MMP-2 and -9 in the blood plasma of donors, depending on the titers of anti-SARS-CoV-2 IgG.

Healthy patients who had recovered from COVID-19 3-6 months ago agreed to be donors of blood plasma for biotechnological purposes at the “BIOPHARMA-PLASMA” company (Kyiv, Ukraine). Donors were checked by screening tests before blood plasma was used to produce the targeted biotechnological drugs. In the experiment we used blood plasma of donors with anti-SARS-CoV-2 IgG titers: 0 (n = 20), 65 ± 5 (n=20) and 175 ± 5 (n=20) Index (S/C). The qualitative and quantitative composition of MMP-2 -9 in blood plasma were detected using ELISA and enzyme-electrophoresis with gelatin as a substrate.

Quantitative analysis of MMP-2 revealed that donor groups with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG 65 ± 5 and 175 ± 5 Index (S/C) had higher MMP-2 levels than the group with titer of 0 Index (S/C) by 13.7 % and 14.1 %, respectively. We also determined that MMP-9 levels were higher in donors with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG 65 ± 5 and 175 ± 5 Index (S/C) by 41.0 % and 30.4 %, respectively, compared to the group with titer of 0 Index (S/C). It should be emphasized that significant differences in the MMP-2 and -9 levels were between donors with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG 65 ± 5 and 175 ± 5 Index (S/C).

Electrophoresis of enzyme were used to detect the proteolytic activity of few enzymes in the blood plasma. In particular, donor groups were characterised by the presence of proteolytic enzymes with molecular weights of 63 and 92 kDa, which were equal to MMP-2 and -9, respectively. We emphasize that MMP-2 was present only in donors with titer of anti-SARS-CoV-2 IgG 65 ± 5 Index (S/C), which accounted for 16.18 % of the total amount of proteolytic enzymes in this group. In addition, the donor group with titer of anti-SARS-CoV-2 IgG 65 ± 5 Index (S/C) had MMP-9 activity with amount of 24.5 % compared to 13.1 % from the total amount of proteolytic enzymes in the group with titer of 0 Index (S/C). Similarly, the donor group with titer of anti-SARS-CoV-2 IgG 175 ± 5 Index (S/C) was characterised with MMP-9 activity which accounted for 12.0 % of the total amount of proteolytic enzymes. It is not statistically different to donors with titer of 0 Index (S/C).

The changes in MMP-2 and -9 levels in the blood plasma of the donors with titers of anti-SARS-CoV-2 IgG 65 ± 5 and 175 ± 5 Index (S/C) may be indicators of imbalance of the hemostasis system. Enzyme-electrophoresis results showed that the MMP-2 activity was detected in the donor group with a titer of 65 ± 5 Index (S/C), and MMP-9 activity was characterized in

different amounts depending on the donor groups.

We established that circulating MMP-2 and -9 in the blood plasma changed depending on the titers of anti-SARS-CoV-2 IgG. We assume that the expression of IgG against COVID-19 had a potential influence on the studied parameters. Therefore, the necessity of selecting IgG fractions from blood plasma for *in vivo* and *in vitro* experiments is increasing.

Shchypanskyi S., Yefimenko T., Krenytska D.

PEPTIDES FROM POMEGRANATE (*PUNICA GRANATUM* L.) PROCESSING RESIDUES MITIGATES NF-KB LEVELS IN SERUM OF OBESE RATS

Department of Biochemistry, Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine"
Taras Shevchenko National University of Kyiv
Hlushkova 2, 03127, Kyiv, Ukraine
e-mail: shchipansky.s@ukr.net

Obesity is known as a pathological condition, which is a world-wide problem. Approximately every 4th person suffers from excessive weight, and the situation keeps aggravating year by year (Smith and Smith, 2016). Overweight causes many complications relating to homeostasis disorder, including chronic inflammation and immune system disturbances. Among a variety of anti-inflammatory agents, peptides and protein hydrolyzates from plant material have a promising potential being used in obesity. Nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells (NF-κB) protein family plays a significant role in inflammation development in various pathological states, including obesity (Catrysse, 2017).

Thus, this work aimed to evaluate the potential effect of peptides, derived from pomegranate (*Punica granatum* L.) on serum NF-κB levels in obese rats. All experiments on animals were performed in the compliance with international principles of the European Convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes (Strasbourg, 1986). The study was approved by the Ethical Committee of Taras Shevchenko National University of Kyiv. In the experiment we have used 30 non-linear albino rats (the initial weight 115-150 g), divided into 3 groups. The control group received standard food («Purina rodent chow») and water *ad libitum*, the induced obesity group were fed upon high calorie diet (60 % standard rodents' food, 10% lard, 10% chicken eggs, 9% sucrose, 5% peanuts, 5% milk powder and 1% sunflower oil) for 12 weeks, an experimental group received high calorie diet for 12 weeks and pomegranate-derived peptides, dissolved in water, for 5 weeks. Peptide samples were previously obtained by acidic hydrolysis of processing residues from pomegranate juice manufacturing. Euthanasia of animals was performed via cervical dislocation and collected blood was used for serum preparation. Obtained serum samples were used for ELISA with anti-NF-κB primary antibodies.

The results have shown a significant increase (about 42% ± 2%, $P < 0{,}05$) in NF-κB levels in serum of rats, received a high calorie diet, compared with the control group. At the same time, in serum of experimental rats that received high calorie diet and pomegranate peptides, NF-κB levels were decreased almost to physiological values, suggesting that pomegranate-derived peptides can influence NF-κB levels mitigation in obesity.

It was previously shown, that hydrolyzates of proteins from plant sources, such as soy, lupin and common beans, might have anti-inflammatory properties due to the mitigation of proinflammatory cytokines production and NF-κB pathway downregulation (de Medeiros, 2022). Our study has revealed the possibility of using peptides from pomegranate processing residues as a potential anti-inflammatory agent in obesity. However, the mechanisms of plant peptides immunomodulatory functions still remain unclear. Identification and characterization of NF-κB pathway modulated by pomegranate peptides, as well as investigation of their molecular targets and mechanism of action creates a problematic field for future studies.

Tkaczenko H.[1], Kurhaluk N.[1], Osmólska U.[2], Tomin V.[3]

IN VITRO IMPACT OF A COMBINATION OF RED AND INFRARED LEDS, INFRARED LASER AND MAGNETIC FIELD ON BIOMARKERS OF LIPID PEROXIDATION IN ERYTHROCYTES SAMPLED FROM HEALTHY INDIVIDUALS AND DIABETES PATIENTS

[1]Department of Biology, Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland; 22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland
[2]Department of Nursing and Medical Emergency, Institute of Health Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland
[3]Department of Physics, Institute of Science and Technology, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland

Diabetes mellitus (DM) is a group of endocrine diseases associated with impaired glucose uptake. It develops as a result of absolute or relative (disturbances of interaction with target cells) insulin insufficiency, resulting in hyperglycemia, i.e. a persistent increase in blood glucose. The disease is characterized by a chronic course and disturbances of all types of metabolism, i.e. carbohydrate, fat, protein, mineral, and water-salt (Bansal et al., 2013). An imbalance in the oxidative stress and antioxidant defenses system in DM leads to oxidative stress. Data from the literature indicate good perspectives of research on pathological mechanisms induced by oxidative stress and antioxidant defense in the pathogenesis of DM (Mosca et al., 2019; Dos Santos Mendes-Costa et al., 2021) for the development of new ways to treat this disease with the inclusion of irradiation by photobiomodulation therapy (PBMT), earlier known as low-level laser therapy, as part of combined therapy (Sousa and Batista Kde, 2016; da Silva Leal et al., 2020). We hypothesized that low-intensity infrared laser irradiation can decrease oxidative stress in blood samples obtained from DM patients, normalizes the blood levels of antioxidant defenses, and decreases the hemolysis of erythrocytes, thus confirming the beneficial effect of the irradiation on various types of physiological stresses and pathological disorders.

Lipid peroxidation (LPO) is the oxidative degradation of lipids, which occurs mainly under the action of free radicals. LPO is considered a process continuously occurring in cell membranes and it has a chain, free-radical mechanism (Carmena, 2005). It has been established that, at a low steady-state, LPO reactions take part in the renewal of cell membranes, being a universal modifier of their structure and function. The substrates of LPO are polyunsaturated fatty acids and major plasma lipids such as cholesterol and triglycerides. Since hydroperoxides are the primary stable product of the oxidation of unsaturated fatty acids of phospholipids, this process is called peroxidation (Athyros et al., 2018). In the current study, we aimed to study the impact of low-intensity infrared laser irradiation, namely combined infra-red (IR) laser and LED, as well as low-intensity light emitted by a red LED, on the *in vitro* levels of end products of lipid peroxidation, i.e. 2-thiobarbituric-acid reactive substances (TBARS) in suspensions of erythrocytes and plasma from healthy individuals and DM patients.

The studies of human blood were approved by the Bioethical Commission at Gdańsk Medical University (No KB-16/20, 7.07.2020). The present study involved 13 patients with DM and 15 healthy volunteers after receiving their consent. The following inclusion criteria of DM were adopted: Fasting Blood Sugar $\geq$ 126 mg/dl (148 $\pm$ 6.2 mg/dl); Oral Glucose Tolerance Test (OGTT) $\geq$ 200 mg/dl (285 $\pm$ 16.5 mg/dl); hemoglobin A1C $\geq$ 6.5% (8.45 $\pm$ 1.6%). The patients were treated with medication or/and insulin therapy. The parameters in the healthy subjects were as follows: Fasting Blood Sugar: 90 $\pm$ 7.6 mg/dl, the mean values of the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT): 164 $\pm$ 10.5 mg/dl, and the mean level of hemoglobin A1C: 4.15 $\pm$ 1.1%.

The *in vitro* study was carried out using venous whole blood collected from 13 individuals with DM and 15 healthy volunteers. The DM and healthy groups comprised over 50-year-old

males and females. Namely, 8 healthy individuals (53%) were females and 7 individuals (47%) were males. Similarly, blood samples collected from 13 DM patients (7 females and 6 males), who were under the care of U&O "Zdrowie" Private Healthcare Center (Lębork, Poland), were analyzed. The biological material (approx. 100 mL of venous whole blood) was collected from each person after obtaining written consent. The blood samples were taken by authorized medical personnel. Laboratory assays and analyses of biochemical parameters were performed at the Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk (Słupsk, Poland). Whole venous blood samples were collected from peripheral veins and placed in test tubes containing the K_3-EDTA anticoagulant (at a concentration of 1.5 ± 0.25 mg/ml).

The blood samples were stored in tubes with K_3-EDTA and held on the ice until centrifugation at 3,000 rpm for 15 minutes. The plasma was removed. The erythrocyte suspension (one volume) was washed with five volumes of PBS (pH 7.4) three times and centrifuged at 3,000 rpm for 15 minutes. Plasma aliquots and erythrocyte suspensions were used in the current study. All samples were irradiated with a laser apparatus MILTA–F-5-01(A) fabricated by Scientific Technological Association "Space Instrumentation". This device is designed for numerous applications in biomedical and life science areas, including biomedical stimulation with low-intensity emission of the infra-red (IR) semiconductor laser and light-emitting diode (LED). Erythrocytes and plasma samples (2 mL in each tube) were stimulated with magneto-infrared laser irradiation at different combinations of time, frequencies, and moderate radiation power. The samples (erythrocytes and plasma) obtained from each individual were subjected to thirty different combinations of laser radiation differing in time, frequencies, and moderate radiation power. The samples were irradiated at different pulse repetition frequencies (0; 50; 150; 600; 1500 Hz), moderate radiation power (50; 100 mW), and exposure time (1 min, 5 min, and 9 min). The distance from the irradiation source to the blood sample was 5 cm. The area of irradiated blood samples was 0.785 cm^2.

The end products of polyunsaturated fatty acid peroxidation are products reacting with 2-thiobarbituric acid (TBARS). The goal of our study was to determine the TBARS level in erythrocyte suspensions collected from the healthy volunteers and the DM patients after the *in vitro* exposure to low-intensity infrared laser irradiation and low-intensity light emitted by a red LED. The ANOVA variation analysis of the lipid peroxidation biomarkers demonstrated statistically significant differences between the healthy and DM groups in the case of the 30 different combinations (time- and dose-dependent cases) applicable for determination of oxidative stress biomarkers in our study ($F_{61.310} = 24.22$, $p = 0.000$). A statistically significant reduction in the TBARS levels in the erythrocytes of the healthy individuals was identified in the following dose-dependent combinations after the use of low-intensity infrared laser irradiation: 3 – 50 mW, 50 Hz, 9 min; 6 – 100 mW, 50 Hz, 9 min; 9 – 50 mW, 150 Hz, 9 min; 10 – 100 mW, 150 Hz, 1 min; 24 – 100 mW, 1500 Hz, 9 min; 27 – 50 mW, 0 Hz, 9 min; 29 – 100 mW, 0 Hz, 5 min; 30 – 100 mW, 0 Hz, 9 min. A statistically significant increase in the TBARS levels in the erythrocytes of the healthy volunteers was observed in the following combinations of low-intensity infrared laser irradiation: 16 – 100 mW, 600 Hz, 1 min; 17 – 100 mW, 600 Hz, 5 min; 18 – 100 mW, 600 Hz, 9 min.

A statistically significant difference (by 45.6%; $p < 0.05$) in the TBARS level between the erythrocyte samples from the healthy individuals and the DM patients was observed; the difference was statistically significantly higher in the group of the DM patients. There were statistically significant differences in the TBARS levels in the suspensions of erythrocytes from the DM patients compared to the healthy individuals in the following low-intensity infrared laser irradiation variants: 3 – 50 mW, 50 Hz, 9 min; 4 – 100 mW, 50 Hz, 1 min; 6 – 100 mW, 50 Hz, 9 min; 24 – 100 mW, 1500 Hz, 9 min. An increase in the TBARS level in the erythrocyte preparations from the DM patients was noted only in combination 13 – 50 mW, 600 Hz, 1 min.

Thus, the analysis of the dose-dependent effects of low-intensity infrared laser light and low-intensity light emitted by a red LED showed a preferential decrease in the levels of lipid peroxidation biomarkers in the erythrocyte suspensions from both the healthy and DM patients. In variants 3 (50 mW, 50 Hz, 9 min), 6 (100 mW, 50 Hz, 9 min), and 24 (100 mW, 1500 Hz, 9 min), lipid peroxidation exhibited the same trend (a significant decrease) in both groups. It should be noted that the application time in these conditions was 9 min, compared to the other time lengths, namely 1 and 5 min.

The initial mechanisms of oxidative stress and antioxidant defenses in healthy individuals and DM patients differ significantly; these differences determine the effectiveness of the antioxidant capacity caused by an increase in the antioxidant potential in healthy subjects and DM patients after *in vitro* low-intensity infrared laser irradiation and low-intensity light emitted by a red LED. We have demonstrated an increase in resistance to oxidative stress assessed by the level of biomarkers of lipid peroxidation and protein damage in the erythrocytes of the DM patients after the low-intensity infrared laser irradiation using complex statistical analysis.

In conclusion, the obtained results revealed the limitation of lipid peroxidation processes in the erythrocytes of DM patients after the *in vitro* exposure to low-intensity infrared laser irradiation and low-intensity light emitted by a red LED, especially using a dosage of 34.39 and 68.79 J/cm^2. The maximum decrease in the values of oxidative stress biomarkers was observed using the exposure time of 9 min, compared to the other duration variants. The duration of the treatment can be considered as one of the factors preventing or considerably limiting further development of this pathological process.

This research has been supported by Pomeranian University in Słupsk, and it is cordially appreciated by the authors.

Tsupko N.

QUANTITATIVE CONTENT OF PROTEIN IN GALLS OF CARP UNDER CONDITIONS OF WATER TOXICITY

Chernihiv Collegium National University n. a. T.G. Shevchenko
St. Hetmana Polubotka, 53, Chernihiv, 14000, Ukraine
e-mail: Adzhedan18@gmail.com

Fish is used as a bioindicator, playing an important role in monitoring toxic pollution.

Fish can be considered a good bioindicator organism in aquatic habitats because they accumulate pollutants from water bodies through food. The response of fish to pollution of the aquatic ecosystem can lead to biochemical changes and histological changes (Segun Olayinka, 2020).

The aim of the work was to investigate the toxic effect of herbicides (Zenkor, Roundup and 2,4-D) in combination with zinc ions on the quantitative content of total protein (albumin) in the gills of scaly carp (*Cyprinus carpio* L.).

A study was conducted to determine the content of total protein in the gills of young scaly carp under the conditions of toxic effects of herbicides (Zencor, Roundup and 2,4-D) in combination with zinc ions, which is quite relevant because it contributes to the development of new and effective methods for diagnosing the condition animal organism under conditions of water toxicity (Yakovenko, 2018).

The protein content was determined by the Lowry method. Photometric equipment 540 nm wavelength. Probable difference between mean arithmetic values was determined using Student’s t-test. Differences between the compared groups were considered probable at $p < 0.05$.

The quantitative content of protein in the gills of carp to the toxicity of various toxicants in the aquarium was determined. Thus, according to the results of the study, the quantitative content of total protein in the gills of scaly carp was determined: control (3.02 ± 1.10), Roundup (19.54

± 4.18), Zenkor (8.12 ± 2.05), 2,4-D (13.98 ± 3.15).

The results showed that, compared to the control group, the quantitative content of protein in carp gills decreases. This may be due to the small area of the aquarium and less oxygen in the water.

Yunko K.[1], Impellitteri F.[2], Martyniuk V.[1], Lechachenko S.[1], Simchuk S.[1], Gush N.[1], Khoma V.[1], Faggio C.[2], Stoliar O.[1]

BIOCHEMICAL RESPONSES OF MARINE MUSSEL *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* TO CAFFEINE AND MICROPLASTICS IN THE SINGLE AND COMBINE EXPOSURES

[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
e-mail: Oksana.Stolyar@tnpu.edu.ua

Caffeine (Caff) is among most utilized substances in human diet and a well-recognized psychoactive drug. Consequently, its input in the surface waters estimated as remarkable one and can reach mg/L in the marine waters. Importantly, Caff was found not only in the densely populated and industrially developed areas, but even in the pristine areas like Antarctica. The investigations of its biological effect are focused on the human health and besides psychoactive effects indicated the impact on the antioxidant state in the neurodegenerative diseases and bone mineralization. The data concerning its ecotoxicity are scant and contradictive. Caffeine is shown as both a repellent and toxicant against slugs and snails, acting as a neurotoxin and causing avoiding feeding on plant material treated with caffeine solutions as low as 0.01% (Hollingsworth et al., 2002). In the aquatic molluscs it caused an oxidative stress and lysosomal injury (Aguirre-Martínez et al., 2013). Marine mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lamark, 1819) is one of the main recognized bioindicator of environmental quality and habitats in the areas of substantial Caff pollution, as well as one of the most important resources among all the seafood items. Therefore the aim of this study was to evaluate the effect of Caff on this organism utilizing the environmentally relevant concentration and in combination with the microplastics (MP). MP can be found in the surface waters and besides its own harmful effects on the biological structures (Martyniuk et al., 2022), it is suspected to be a vector for the organic contaminants, adsorbing them on the surface and facilitating the bioavailability (de Souza et al., 2022).

The mussels were subjected to Caff (20.0 μg L^{-1}), MP (1 mg L^{-1}, size 35-50 μm), and their mixture (Mix) for 14 days. The indexes of oxidative stress, metal (Zn^{2+}) buffering by metallothioneins to assess their thiols redox activity, and main executive apoptotic enzyme caspase-3 were analyzed. The most prominent and similar changes were caused by the exposures to MP and Mix. Both MP and Mix decreased Mn-SOD, catalase, GST activities and TBARS (lipid peroxidation products) levels, indicating the common down-regulation of antioxidant-prooxidant balance. However, the cellular low weight thiol supported the redox activity in the MP and Mix-groups with the increase of GSH/GSSG ratio by 1.4-1.5 times. The MP increased also the levels of metal-binding low weight protein metallothionein and its Zn^{2+} content. Consequently, the MP (especially) and mixture caused the reductive stress instead of expected oxidative stress. On the other hand, Caff did not affect antioxidant activities and manifestations of oxidative lesions, like lipid peroxidation. Probably, the avoiding of Caff, like it was shown for terrestrial molluscs, can explain this resistance. The level of protein carbonyls was not changed comparing to control in each exposure. The particular effect of Caff was the decline (by 2 times) of caspase-3 activity. Importantly, caspases are key players in the apoptotic and inflammation processes and involved in the response to Caff in human but where not studied under this exposure in molluscs. The discriminant analysis indicated that the combination of Caff and MP distorts the responses to each single exposure and strengthens the injury. The most distinct responses between the single and

combine exposures were shown for caspase-3, metallothioneins, GSH, GST and TBARS with their alleviation in the combine exposure. Summarizing, the multi-stress effects must be in the focus of the biochemical approach in ecotoxicology.

Acknowledges. This work has been granted to Oksana Stoliar by University of Messina, Italy (Award of Visiting professor in the academic year 2022/2023). We cordially thank to all PhD and Master Students of UNIME, who were involved in the sampling and experiment organizing.

БОТАНІКА ТА ІНТРОДУКЦІЯ РОСЛИН
BOTANY AND PLANTS INTRODUCTION

Бєлаєва Я.

ФЕНОТИПОВІ ЗМІНИ ПРОДИХОВОГО АПАРАТУ В МЕЖАХ СЕРЕДИННОЇ ФОРМАЦІЇ ЛИСТКІВ У ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *BEGONIA* L.

Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України
вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна
e-mail: yana100@ukr.net

Bielaieva Ya. PHENOTYPE CHANGES OF STOMATA APPARATUS WITHIN THE MIDDLE FORMATION IN LEAVES OF THE GENUS *BEGONIA* L. REPRESENTATIVES. The research was aimed at clarifying the relationship between relative air humidity and tendency to stomata clusters formation of *Begonia* genus representatives. It was established that phenomenon of clustering took place more intensively under conditions of high air humidity, which also affected the stomata density index. Under conditions of high humidity an increase of stomata number per unit area was observed, which occurred due to the intensive phenomenon of clustering.

Рід *Begonia* L. (*Begoniaceae* C. Agardh) налічує понад 1800 видів, що мають пантропічне поширення, і входить до складу десяти найбільших родів покритонасінних рослин. Установлено, що багато рослин, які мають кластери, в тому числі і бегонії, ростуть в умовах недостатнього зволоження (Aitawade et al., 2012; Kiev et al., 2015; Plana, 2007). Тому, у представників роду виникли пристосувальні механізми до існування за умов посухи, зокрема, сукулентність листків та стебел. Для переживання короткотривалих періодів посухи бегонії запасають вологу в тканинах гіподерми та епідерми листка. У рослин видів, що зростають на добре освітлених кам’янистих вапнякових схилах, було описано посилення процесу кластеризації продихового апарату: у *B. samhaensis* M. Hughes & A.G. Mill. максимальна кількість продихів у кластері становила 15, у *B. socotrana* – 8 продихів. K.S. Boghda та та F.H. Barkley (1972) встановили корелятивну залежність між багатошаровою епідермою листків та процесами кластероутворення у бегоній. W. S. Hoover (1986) виявив зв’язок між процесом кластероутворення та абіотичними факторами, зокрема, освітленням та вологістю на прикладі *B. heracleifolia* та *B. nelumbiifolia*. Проте, ці спостереження не змогли пояснити збільшення розмірів продихових кластерів у досліджених популяцій *Begonia*, що зростали біля водоспадів (Guan et al., 1999; Tebbitt, 2005).

Дослідження були спрямовані на з’ясування залежності між відносною вологістю повітря та тенденцією до формуванням продихових кластерів у представників роду *Begonia*. Рослини модельних видів вирощували у двох оранжереях протягом 3 місяців. В одній з оранжерей вологість повітря становила 70–80%, в іншій – 85–95%. Склад субстрату для вирощування рослин модельних видів та інтенсивність освітлення (3400 лк) в обох оранжереях були однаковими. Для порівняльного аналізу було відібрано такі показники епідермальної поверхні: довжина та ширина продихів та епідермальних клітин,

щільність продихів та кількість продихів у кластері. Проаналізувавши метричні показники модельних видів, що вирощувалися в оранжереї 1 та 2, було встановлено, що епідермальні клітини та продихи в оранжереї 2 мали більші розміри. Було встановлено, що явище кластеризації проходило інтенсивніше в оранжереї 2 за умов підвищеної вологості повітря, що, в свою чергу, впливало на показник щільності продихів. За умов підвищеної вологості спостерігалося збільшення кількості продихів на одиницю площі, що відбувалося за рахунок інтенсивного явища кластеризації.

Встановлено, що представники роду *Begonia* мають ряд ксероморфних ознак, розвиток яких, очевидно, зумовлений тим, що в межах їх природних ареалів тривалі посушливі періоди перериваються значно коротшими за тривалістю періодами достатнього зволоження. Виявлено, що кластеризація у представників роду *Begonia* пов'язана зі стресом, який може бути викликаний як недостатнім рівнем зволоження, так і надлишком вологи. За посушливих умов спостерігається явище дрібноклітинності: зменшення розмірів епідермальних клітин та продихів, формуються кластери з невеликою кількістю продихів. У свою чергу, в умовах інтенсивного зволоження збільшуються розміри епідермальних клітин та продихів, водночас, явище кластеризації посилюється.

Богдан М., Мегалінська Г., Мовчан А., Білик Ж.

ВПЛИВ НАНОКРЕМНІЮ НА ПРОЦЕСИ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L. ЗА УМОВ ЗАСОЛЕННЯ

Український державний університет імені Михайла Драгоманова
вул. Пирогова 9, м. Київ, 0105, Україна
e-mail: anna.megalin@ukr.net

Bogdan M., Megalinska G., Movchan A., Bilyk Zh. INFLUENCE OF NANOSILICON ON THE GERMINATION PROCESSES SEEDS OF *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L. UNDER SALINITY CONDITIONS. It was demonstrated that the absolute germination of horse chestnut seeds after treatment with nano-silica at a concentration of 0.07% increases by 12% compared to the control. When treating horse chestnut seeds with nanosilicon at a concentration of 0.14%, absolute germination increases by 19%. Seed treatment with a 0.07% solution of nanosilicon reduces the negative effect of a 0.05M NaCl solution by 3%. Treatment of seeds with a 0.14% solution of nanosilicon increases absolute germination at 0.05M NaCl salinity by 18%. Thus, the optimal concentration of nanosilicon for protecting chestnut seeds from salinity is a 0.14% solution.

Актуальною проблемою сьогодення є пошук засобів боротьби із сольовим стресом у рослин. Однією з деревних порід, яка страждає від сольового стресу в межах великих міст є гіркокаштан звичайний. Тому тема захисту гіркокаштану звичайного від засолення за допомогою нанокремнію є актуальною. Препарати нанокремнію виготовляють з бентоніту, який має незначну вартість, і це робить бентоніт перспективним засобом для боротьби з засоленням в межах великих міст. В той же час в літературі зустрічаються дані про неоднозначність впливу нанокремнію на живі організми, що дозволяє вважати проблему раціонального використання нанокремнію актуальним питанням сьогодення.

Ріст рослин в умовах посухи та засолення ґрунтів призводить до активного поглинання коренями кремнію з ґрунту і підвищення його вмісту в листках. Це сприяє зниженню транспірації, збереженню оптимального водного балансу рослини, посиленню фотосинтезу, активації синтезу стресових білків (Недуха О.М., 2019).

Енергія проростання насіння визначалася загальноприйнятими методиками. Насіння гіркокаштану звичайного після стратифікації витримувалося у розчині нанокремнію з концентрацією 0,07%, 0,14% та контроль (дистильована вода) протягом 24 годин. Після чого насіння ще на одну годину замочували у розчині кам'яної солі (0,1М; 0,05М). Результати

проростання фіксували на 7, 10 та 15 добу, енергія проростання насіння рахувалася на 7 та 10 добу, а абсолютна схожість – на 15 добу. Як свідчать результати дослідження, енергія проростання насіння каштану звичайного зростає після обробки 0,07% розчином нанокремнію на 14% на 7 добу та на 15% на 10 добу. Абсолютна схожість при такій обробці нанокремнієм зростає на 12%. При обробці насіння гіркокаштанів нанокремнієм в концентрації 0,14% енергія проростання на 7 добу збільшується на 17%, на 10 добу на 21%, а абсолютна схожість зростає на 19%. За умов засолення 0,05М розчином NaCl абсолютна схожість зменшувалась на 10% відносно контролю на воді. В той же час обробка насіння 0,07% розчином нанокремнію зменшує негативний вплив сольового стресу і, навіть, збільшує абсолютну схожість на 3%. Обробка насіння 0,14% розчином нанокремнію збільшує абсолютну схожість при засоленні 0,05М NaCl на 8% відносно контролю з водою та 18% відносно контролю з 0,05М розчином NaCl. Внесення 0,1М NaCl зменшує абсолютну схожість насіння каштану на 18%. Обробка 0,07% нанокремнієм збільшує абсолютну схожість на 16%, а обробка 0,14% нанокремнієм збільшує це значення на 30%. Таким чином, проведений експеримент свідчить про стресопротекторну дію нанокремнію при вирощуванні гіркокаштанів на засоленому ґрунті.

Бондаренко О.

ПРО *VINCETOXICUM INTERMEDIUM* TALIEV (*ASCLEPIADACEAE*) В ПОНИЗЗІ МЕЖИРІЧЧЯ ДНІСТЕР-ТИЛІГУЛ

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65082, Україна
e-mail: vseobovse123@gmail.com

Bondarenko O. ABOUT *VINCETOXICUM INTERMEDIUM* TALIEV (*ASCLEPIADACEAE*). IN THE LOWER REACHES OF THE DNIESTER-TILIGUL CONFLUENCE. In the lower reaches of the Dniester-Tiligul confluence, plants of the species *Vincetoxicum intermedium* grow singly, among thickets of *Prunus stepposa* Kotov, only on moistened slopes of the northern exposure, in systems of beams on the coast of Khadzhibey and Tyligul estuaries. Here are the most preserved areas of steppe groups, with the participation of sozophytes at the regional and state levels of protection.

Вид *Vincetoxicum intermedium* Taliev (*Antitoxicum intermedium* (Taliev.) Pobed.) (ластовень проміжний) з родини *Asclepiadaceae* (Ластівневі) (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999) –характеризується як ендем південно-східної Європи (Тарасов, 2012). Має статус European Red List (I), 1997 (Офіційні…, 2012).

Згідно морфологічного опису рослина виду має прямостоячі, коротко опушені стебла. Листки коротко черешкові, яйцевидно-ланцетні або ланцетні; квітки в пазушних 3-6 квіткових зонтиках. Коронка віночка виїмчаста; віночок темно-червоний, до 8 мм. Плід – загострені видовжено-ланцетні листянки (до 5 см). Багаторічна, коротко-кореневищна рослина, до 14-20 см; квітне у травні-червні. Є елементом флори відслонень крейди, граніту, гнесів (Определитель…, 1986). За екологічними параметрами є оліготрофом, ксерофітом, геліофітом (Тарасов, 2012). З високим ступенем постійності, є складовою угруповань палеоендеміка, елемента кальцепетрофітону ПЗС – *Chamaecytisus graniticus* (Rehmann) Rothm. (Кучеревський, Провоженко, 2012).

На території України, вид відомий із південного сходу України: Донецька, Запорізька, Дніпропетровська, Луганська, Херсонська області (Флора УРСР, 1955). У більш пізніх джерелах – згадується для Дніпропетровської, Запорізької областей (Тарасов, 2012). Наводиться як созофіт регіонального рівня охорони для Дніпропетровської, Донецької, Луганської областей (Офіційні…, 2012). Здатен витримувати антропогенне навантаження: його локалітети знайдено в межах міста Кривий Ріг (Шоль, 2004).

У доступних гербарних колекціях MSUD (Гербарій ОНУ імені І.І. Мечникова) – гербарні збори виду *V. intermedium* з території Одеської області відсутні. За матеріалами KW, станом на 2020 рік, для Одеської області вид також не відмічено.

Проте, за повідомленнями Й.К. Пачоського, вид наводився для Ананьївського району, поблизу Ак-Мечеті, на глинистому схилі Страшної балки (станом на 1903 р.) (Paczoski, 2008), також у Чигиринській балці, на узбережжі Тилігульського лиману (Попова, Рогозін, 2012).

Приналежність знайдених нами рослин до виду *V. intermedium* – перевірено у KW.

Рослини *V. intermedium* знайдено в травні 2018 році на схилах північної експозиції, у балці «Горенечева Скала», яка бере початок від с. Калантаєвка (з.д. станція Єремеєвка) і закінчується між селами Олександрівка та Єгорівка (лівий відріг Хаджибейського лиману), Роздільнянського району. Кількість рослин – незначна, зростали поодиноко.

Другий локаліт – поблизу с. Каїри, Лиманського району (05.2019). Це – схил неширокої балки у південній околиці села (від траси Т-1602). Кут нахилу – до 45^0; північна експозиція із глинистим ґрунтом, із незначною домішкою чорнозему.

Третій локалітет – у балці між залізничною станцією Карпове та с. Єгорівка (узбережжя Хаджибейського лиману), 2018, Раздільнянський р-н.

<u>В'юнник В.</u>[1,2], Леонтьєв Д.[2]

ПЕРШІ ВІДОМОСТІ ПРО КСИЛОФІЛЬНІ МІКСОМІЦЕТИ НПП СЛОБОЖАНСЬКИЙ, ВИЯВЛЕНІ МЕТОДОМ ВОЛОГОЇ КАМЕРИ

[1]*Національний природний парк Слобожанський*
вул. Зарічна, 15а, смт Краснокутськ, 62002, Україна
[2]*Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди*
вул. Валентинівська, 2, м. Харків, 61146, Україна
e-mail: vjnnuk@ukr.net

<u>Viunnyk V.</u>, Leontyev D. FIRST RECORDS ON THE XYLOPHYLIC MYXOMYCETES FROM THE NATIONAL PARK SLOBOZHANSKYI, REVEALED BY THE MOIST CHAMBER METHOD. Using the moist chamber method, we recorded 13 species of xylophylic myxomycetes and 1 species of Ceratiomyxomycetes from the National Nature Park Slobozhanskyi. Seven of these species are new to the park, and two are rare for the territory of Ukraine.

Національний природний парк Слобожанський розташований на північному заході Харківської області, в місці злиття річок Мерчик та Мерла. Територія парку становить 5244 га. На правому березі долини Мерли знаходиться нагірна діброва, де переважає *Quercus robur* з домішкою *Tilia cordata* і *Acer platanoides*. На лівому березі ріки розташована борова тераса, вкрита лісами з домінуванням *Pinus sylvestris*. Тут трапляються блюдцеподібні пониження з боровими озерами, сфагновими та осоково-сфагновими болотами, заболочені вільшняки та березняки (Філатова та ін., 2012). Ці типово бореальні угруповання дуже незвичні для Харківщини і лісостепової зони взагалі.

Міксоміцети − грибоподібні протисти, що розвиваються на різноманітних субстратах рослинного походження. Деякі представники групи мають мікроскопічні розміри і не виявляються у польових умовах. Їх виявляють методом вологої камери, що полягає у культивуванні субстратів в чашках Петрі на вологому фільтрувальному папері. Перше дослідження міксоміцетів у Слобожанському НПП з використанням цього методу було проведено А.В. Кочергіною (Kochegina, Markina, 2021). Однак ця авторка досліджувала лише кортикофільний комплекс видів. Ми провели перше на території парку дослідження ксилофільного комплексу методом вологої камери. Матеріалом дослідження слугувала мертва деревина трьох видів: *Q. robur* (нагірна діброва, 50°06'25.2»N 35°10'43.3»E), *Populus tremula* (борова тераса, 50°04'30.6»N 35°14'22.3»E) та *P. sylvestris* (борова тераса, 50°04'31.2»N 35°14'17.0»E). Було закладено 47 вологих камер (*Q. robur* − 19, *P. sylvestris*

та *P. tremula* по 14), з яких 27 (57.4%) виявились позитивними і містили загалом понад 200 спорокарпів міксоміцетів. Досліджені спороношення належать до 13 видів з 11 родів, 8 родин та 6 порядків класу Myxomycetes; також виявлено 1 вид класу Ceratiomyxomycetes. Сім видів міксоміцетів були виявлені на території парку вперше (*).

Список виявлених видів: *Arcyria cinerea* (Bull.) Pers., *A. pomiformis* (Leers) Rostaf., *Ceratiomyxa fruticulosa* (O.F. Müll.) T. Macbr., **Clastoderma debaryanum* A. Blytt., **Comatricha ellae* Härk., **Cribraria microcarpa* (Schrad.) Pers., **C. violacea* Rex., *Diderma effusum* (Schwein.) Morgan., **Licea minima* Fr., *Metatrichia vesparia* (Batsch) Nann.-Bremek. ex G.W. Martin & Alexop., *Oligonema fulvum* Morgan., **Paradiacheopsis fimbriata* (G. Lister & Cran) Hertel ex Nann.-Bremek., **Perichaena depressa* Lib., *Physarum album* (Bull.) Chevall. Серед видів, які утворювали найбільшу кількість спорокарпів, варто зазначити *C. violacea* та *C. microcarpa*; остання траплялась масово майже в кожній вологій камері на деревині *Q. robur*, утворивши загалом близько 90 спорокарпів. *Diderma effusum* та *Oligonema fulvum* відносять до рідкісних видів; вони відомі у регіоні лише за одиничними знахідками.

Волкотруб К., Одінцова А.

НОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗКРИВАННЯ ПЛОДУ У ВИДІВ РОДУ *HYDRANGEA* L.

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

Volkotrub K., Odintsova A. NEW CHARACTERISTICS OF FRUIT DEHISCENCE IN *HYDRANGEA* L. SPECIES. In four studied species of *Hydrangea* there were revealed ventral dehiscence of trimerous fruits and septicidal (interstylar) dehiscence of dimerous fruits. Ventral slits pass along the stylodia to the center of the capsule tip forming a tri-radial opening. Dehiscence slits are always developed in the superior part of the ovary, despite ovary being inferior or semi-inferior.

Представники роду *Hydrangea* L. поширені у східній Азії, помірному поясі Америки і Малайзії. В Україні деякі види гортензій вирощуються як декоративно квітучі кущові рослини, поряд з іншими представниками родини Hydrangeaceae з родів *Phyladelphus* L. та *Deutzia* Thunb. Родина Hydrangeaceae охоплює 9 родів із 270 видами (http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/) і зараз розглядається в межах порядку Cornales серед клади астерид (APG IV, 2016). Попередньо родину розглядали у складі родини Saxifragaceae (як окрему трибу) (Eichler, 1878; Бордзіловський, 1953; Пилипенко, 1954), або в межах порядку Saxifragales (Прокудин и др., 1987) чи Rosales (Cronquist, 1988). Плід у роді *Hydrangea* – багатонасінна коробочка, що розкривається на верхівці між стилодіями (Hufford, 2004), при чому у частини видів зав’язь є повністю нижня (дах зав’язі плоский), а в інших видів є нижня частина зав’язі (нижче рівня розташування чашолистків, пелюсток і тичинок) і опукла верхня частина зав’язі, від половини її висоти і вище (Hufford, 2001). У зв’язку з цим ми поставили за мету уточнити характеристики плоду, пов’язані зі структурою гінецею, і спосіб його розкривання.

Досліджували розвиток плоду у чотирьох таксонів роду *Hydrangea* з колекції ботанічного саду Львівського національного університету імені Івана Франка. З’ясувалось, що у всіх досліджених видів пелюстки і тичинки опадають після цвітіння, проте чашолистки і стилодії зберігаються у плоді. Чашолистки маленькі, широко трикутні, формують вузьку кайму довкола зав’язі. Зав’язь сферична або еліптична, кожен стилодій на верхівці з розширеною приймочкою. Зав’язь з 2–4 гніздами, масивними плацентами і центральною колонкою. У *Hydrangea arborescens* “Grandiflora” зав’язь майже повністю нижня, з виразними поздовжніми жилками, стилодіїв 2–3, відігнутих назовні, насінин 45–67; у *Hydrangea serrata* “Imperatrice Eugenie” зав’язь на 2/3 нижня, з поздовжніми жилками,

стилодіїв 2–4, насінин 41–79; у *Hydrangea paniculata* “Tardiva” зав’язь напівнижня, стилодіїв 2–3, коротких, насінин 48–73; у *Hydrangea involucrata* Siebold. зав’язь нижня, сильно опушена, стилодіїв 2, відігнутих назовні, насінин 46–83. Розкриті плоди з трьома стилодіями (тобто сформовані трьома плодолистками) мають на верхівці трипроменеву щілину розкривання, яка простягається по внутрішньому боці кожного стилодія до центру. Плоди з двома стилодіями розкриваються щілиною, яка проходить на верхівці зав’язі у площині, перпендикулярній до площини стилодіїв. При цьому, характеристика плодів в роді *Hydrangea*, наведена у багатьох джерелах – розкривання між стилодіями (interstylar dehiscence) (Gaertner, 1788; Hufford, 1997; 2001; Morozowska et al., 2012), відповідає тільки другом варіанту, виявленому нами. Для тричленної коробочки у різних видів роду *Hydrangea* ми виявили трипроменеву щілину розкривання вздовж стилодіїв на ілюстраціях інших дослідників (Delessert, de Candolle, 1837; Koorders, Valeton, 1913; Ruiz Lopez, 1954), що не було належним чином описано. Такий спосіб розміщення щілини розкривання плоду слід позначити вентральним, на противагу до розкривання між стилодіями, тобто септицидного розкривання. Інша виявлена характеристика плоду *Hydrangea,* це розміщення щілини розкривання у верхній (надчашолистковій) ділянці зав’язі, тобто розкривання за принципом верхнього плоду (Одінцова, 2016). Виявлені нами характеристики плоду *Hydrangea* слід розглядати як риси примітивності для родини Hydrangeaceae, пов’язані з наявністю вільних та неопадних стилодіїв і не повністю нижньої зав’язі.

Жук М.

СИСТЕМАТИЧНА СТРУКТУРА СИНАНТРОПНОЇ ФРАКЦІЇ ФЛОРИ ЛУК РОМЕНСЬКО-ПОЛТАВСЬКОГО ГЕОБОТАНІЧНОГО ОКРУГУ

Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
вул. Остроградського, 2, м. Полтава, 36000, Україна
e-mail: zhuk.mv@ukr.net

Zhuk M. SYSTEMATIC STRUCTURE OF THE SYNANTROPIC FRACTION OF FLORA OF THE MEADOWS OF THE ROMENSKO-POLTAVSKY GEOBOTANICAL DISTRICT. The aim of the study was to investigate the systematic structure of the synanthropic fraction of the flora of meadows of the Romensko-Poltavsky geobotanical district. The species composition of the synanthropic fraction, its dominant families and genera were determined. The number of species of the apophytic and adventitious fraction of the flora was determined.

Протягом 2020–2022 років проводилось дослідження флори лук Роменсько-Полтавського геоботанічного округу. Встановлено видовий склад, який нараховує 601 вид, що належать до 306 родів, 66 родин, 41 порядку, 3 класів, 2 відділів. Синантропна фракція становить 232 види, що від загальною кількості виявлених видів складає 38,6%.

Даний компонент флори лук представлений 27 родинами, що від загальної кількості родин становить 41%. Спектр десяти провідних родин представлений *Asteraceae* (27 видів або 11,6% від загальної кількості синантропних рослин), *Lamiaceae* (15 видів, 6,5%), *Fabaceae* (13 видів, 5,6%), *Caryophyllaceae* та *Scrophulariaceae* (по 10 видів, 4,3%), *Poaceae* (8 видів, 3,4%), *Apiaceae* (7 видів, 3%), *Brassicaceae*, *Ranunculaceae* та *Rosaceae* (по 6 видів, 2,6%). Разом ці родини містять 108 представників, які від загальної кількості синантропних рослин складають 46,5%. Решта видів входить до складу таких родин: *Polygonaceae* (5 видів або 2,2%), *Boraginaceae* та *Chenopodiaceae* (4 види, 1,7%), *Plantaginaceae* (3 види, 1,3%), *Caprifoliaceae*, *Euphorbiaceae* та *Geraniaceae* (по 2 види, 0,9%), *Campanulaceae*, *Convolvulaceae*, *Dipsacaceae*, *Equisetaceae*, *Iridaceae*, *Malvaceae*, *Onagraceae*, *Rubiaceae*, *Urticaceae* та *Violaceae* (по 1 виду, 0,4%).

Синантропна фракція флори досліджених лук представлена 95 родами, яка складає 31% від загальної кількості родів. Найбільш наповненими видами роди є *Verbascum* L.

та *Vicia* L., які мають по 4 види (1,7%). По 3 види (1,3%) мають: *Achillea* L., *Arctium* L., *Artemisia* L., *Bidens* L., *Plantago* L., *Ranunculus* L., *Rhinanthus* L., *Rorippa* Scop., *Rumex* L., *Salvia* L., *Trifolium* L. По 2 вида (0,9%) мають: *Atriplex* L., *Chenopodium* L., *Cirsium* Mill., *Crepis* L., *Eryngium* L., *Euphorbia* L., *Galeopsis* L., *Leonurus* L., *Lycopus* L., *Melilotus* L., *Sambucus* L., *Stachys* L., *Stellaria* L. Решта 69 родів мають по 1 виду (0,4%): *Agrimonia* L., *Agrostis* L., *Arenaria* L., *Asperugo* L., *Astragalus* L., *Barbarea* R.Br., *Berteroa* DC., *Bromus* L., *Campanula* L., *Carduus* L., *Centaurea* L., *Cerastium* L., *Ceratocephala* Moench, *Chaiturus* Willd., *Consolida* (DC.) S.F.Gray, *Convolvulus* L., *Cynosurus* L., *Daucus* L., *Dichodon* Bartl. Ex Rchb., *Echium* L., *Elytrigia* Desv., *Epilobium* L., *Equisetum* L., *Erigeron* L., *Erodium* L`Her., *Falcaria* Fabr., *Filago* L., *Galium* L., *Geranium* L., *Geum* L., *Gladiolus* L., *Glechoma* L., *Gypsophila* L., *Heracleum* L., *Herniaria* L., *Holosteum* L., *Inula* L., *Knautia* L., *Lathyrus* L., *Lavatera* L., *Leontodon* L., *Lepidium* L., *Linaria* Hill., *Lolium* L., *Lotus* L., *Medicago* L., *Melandrium* Rochl., *Mentha* L., *Myosotis* L., *Nonea* Medik., *Odontites* Ludw., *Pastinaca* L., *Persicaria* Mill., *Picris* L., *Pimpinella* L., *Poa* L., *Polygonum* L., *Potentilla* L., *Prunella* L., *Psammophiliella* Ikonn., *Sanguisorba* L., *Senecio* L., *Tanacetum* L., *Taraxacum* Weber., *Thalictrum* L., *Tussilago* L., *Urtica* L., *Veronica* L., *Viola* L.

Встановлено, що апофітна фракція становить 140 видів (60,3% від синантропної фракції та 23,3% від загальної кількості виявлених видів флори), а адвентивна – 92 види (39,7% та 15,3% відповідно). Співвідношення між цими групами рослин – 1,5:1. Серед апофітної фракції домінують геміапофіти, які мають 52 види (37,1%), евапофіти – 50 видів (35,7%), випадкові апофіти – 38 видів (27,1). У адвентивній фракції переважають археофіти – 53 види (57,6%), а кенофіти представлені 39 видів (42,4%).

Згонник М.

GLOEOPHYLLUM ODORATUM (WULFEN) IMAZEKI ЯК ІНДИКАТОР КОРІННИХ СТАРОВІКОВИХ ЯЛИЦЕВИХ ЛІСІВ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

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

Zghonnyk M. *GLOEOPHYLLUM ODORATUM* (WULFEN) IMAZEKI AS AN INDICATOR OF OLD NATIVE FIR FORESTS IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS. The work contains information on the distribution and indicator properties of a rare species of polyporoid fungi - *Gloeophyllum odoratum*. Information on the protection status of the fungus in European countries is given. Information about the substrate preferences of this species is analyzed.

Ялиця біла (*Abies alba* Mill.) є однією з корінних лісоутворюючих порід в Карпатах. Вона розвивається на висотах від 270 до 1200 м н.р.м. За площею, що зайнята ялицевими деревостанами, в Українських Карпатах вона посідає четверте місце серед усіх дерев, а серед хвойних друге місце після ялини європейської (смереки). Проте площі корінних ялицевих лісів постійно зменшуються. Ялицеві та смерекові ліси інтенсивно використовувалися людиною протягом століть, але їхнє штучне відновлення відбувалося нечасто. Наприкінці XIX – XX ст. в ялицевих лісосіках зазвичай культивували смереку, що за останні 150-200 років призвело до зменшення площі ялицевих лісів Карпат на 30% (Генсірук, 1964). Природні ялицеві деревостани в межах їх ареалу утворюють різновікові ліси з домішками граба, дуба та бука, що надає їм більшої стійкості до різноманітних несприятливих біологічних та геокліматичних чинників. Водночас штучні одновікові насадження ялини нечасто формують старовікові ліси через передчасне відмирання.

Ялиця біла має цінність у збереженні біорізноманіття гірських лісів, зокрема слугує субстратом для багатьох видів грибів. Одним з них є доволі рідкісний вид *Gloeophyllum odoratum* (Wulfen) Imazeki, який можна використовувати як індикатор корінних старовікових

ялицевих лісів Карпат. Цей вид є представником трутовиків з порядку Gloeophyllales. Його плодові тіла мають приємний анісовий запах, що знайшло відображення у науковій назві гриба.

Вид здатен розвиватися на деревині хвойних дерев – ялиці, ялини, іноді модрини і навіть сосни. Але завжди субстратом для його плодоношення слугують великовимірні старі колоди та пні. Ялини в насадженнях зрідка досягають потрібного для розвитку гриба вік. Враховуючи це, *G. odoratum* виявляється здебільшого на деревині старих ялиць. Завдяки цій властивості він може слугувати індикатором старовікових ялицевих лісів природного походження.

Gloeophyllum odoratum занесений до Червоних списків низки європейських країн: Великої Британії (VU), Данії (LC), Латвії (LC), Нідерландів (EN), Норвегії (LC), Туреччини (VU). В Україні він зареєстрований в Карпатському БЗ, ПЗ «Горгани», а також національних парках «Гуцульщина», «Карпатський», «Синевир», «Сколівські Бескиди», «Ужанський» та «Черемоський». В жовні 2022 р. під час відвідування НПП «Синьогора» нами було зареєстровано два нових локалітети *G. odoratum*, що свідчить про наявність в парку корінних ялицевих лісів.

Роботу виконано під керівництвом О.Ю. Акулова, к. б. н., доцента кафедри мікології та фітоімунології ХНУ імені В.Н. Каразіна.

Зятіна С., Монастирська С.

ІНВАЗІЙНІ РОСЛИНИ УРБАНОФЛОРИ МІСТА СТРИЙ

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Т. Шевченка, 23, м. Дрогобич, 82100, Україна
e-mail: bio.him@dspu.edu.ua

Ziatina S., Monastyrska S. INVASIVE PLANTS OF URBAN FLORA IN THE STRYI CITY. A study was conducted on species diversity, prevalence of invasive plant species in the Stryi city. 27 species of plants belonging to 16 families and 26 genera were identified. Their abundance, frequency of occurrence, bioecological and geographic characteristics were established.

Однією з актуальних проблем флористики є дослідження урбанофлори. Урбанізація сприяє синантропізації флори міст та їх околиць, що призводить до порушення трофічних звязків, зменшення біорізноманіття, дергадації біоценозів тощо (Білявський С.М., 2021). Інвазійні рослини є стійкими та конкурентно спроможними у рослинних угрупованнях, здатні розповсюджуватися швидко та масово, характеризуються високим адаптаційним потенціалом (Протопопова, 2019). Збільшення різноманіття видів інвазійних рослин, інтенсивності формування популяцій та швидкості їх поширення призводить до пошкодження та знищення природних екосистем. Тому актуальною проблемою сьогодення є проведення контролю цих процесів, створення інформаційної бази та складання списків таких видів рослин та інформування населення про можливі наслідки розповсюдження таких рослин та заходи боротьби з ними тощо (Дідух, 2019).

На території дослідження у місті Стрий виявлено 27 видів інвазійних рослин, які належать до 16 родин та 26 родів. Домінуючою за кількістю видів є родина Айстрові (*Asteraceae*) – 7 видів (25,9 % від загальної кількості видів); Злакові (*Poaceae*) – 3 види (11,2 %); Зонтичні (*Apiaceae*), Бобові (*Fabaceae*) та Бальзамінові (*Balsaminaceae*) – по 2 види (7,4 %). Родини Виноградові (*Vitaceae*), Гречкові (*Polygonaceae*), Вербові (*Salicaceae*), Кропивові (*Urticaceae*), Сапіндові (*Sapindaceae*), Подорожникові (*Plantaginaceae*), Берізкові (*Convolvulaceae*), Хрестоцвіті (*Brassicaceae*), Щирицеві (*Amaranthaceae*), Глухокропивові (*Lamiaceae*), Макові (*Papaveraceae*) представлені одним видом і становлять 3,7 %

За часом занесення переважають кенофіти – 16 видів (59,3 % від загальної кількості інвазійних видів); археофіти – 11 видів (40,7 %)

За походженням переважають види північноамериканського походження (10 видів – 37 %); середземноморського (6 видів – 22,2 %) та середземноморсько-ірано-туранського (3 види – 11,2 %) походження. Східноазійський та кавказький ареали нараховують по 2 види (7,4 %). Азіатський, малоазійський, західносередземноморський та центральноазійський ареали представлені 1 представником (3,7 %).

За ступенем натуралізації переважають агріо-епекофіти (12 видів – 44,5 %) та епекофіти (10 видів – 37 %). Агріофіти та ергазіофіти представлені 2 видами – 7,4 %; ефемерофіти нараховують 1 вид, що становить 3,7 %. Більшість інвазійних видів рослин урбанофлори міста Стрий подолали Е-бар’єр – 17 видів (63 %). Видів, які подолали F-бар’єр менше – 10 видів (37 %).

За гігроморфою переважають мезофіти – 17 видів (63 %), ксеромезофіти представлені 10 видами (37 %).

Серед життєвих форм інвазійних рослин досліджуваних територій переважають терофіти – 18 видів рослин (66,7 %); фанерофіти – 4 види (14,8 %), гемікриптофіти – 3 види (11,1 %), криптофіти – 2 види (7,4 %).

Оцінюючи характер поширення інвазійних рослин в урбанофлорі міста Стрий встановлено, що велика кількість із них трапляються часто (10 видів – 37 %); спорадично зустрічаються 9 видів (33,4 %); види, які поширені зрідка (8 видів – 29,6 %).

Колкова А., Даниленко Є., Мегалінська Г., Токарський Д.

ВПЛИВ РОСЛИН ЗАСПОКІЙЛИВОЇ ДІЇ НА ПОКАЗНИК РЕАКТИВНОЇ ТРИВОЖНОСТІ В УМОВАХ БОМБОСХОВИЩА

Український державний університет імені Михайла Драгоманова
вул. Пирогова 9, м. Київ, 0105, Україна
e-mail: anna.megalin@ukr.net

Kolkova A., Danylenko E., Megalinska G., Tokarskyi D. THE INFLUENCE OF SEDATIVE PLANTS ON THE INDICATOR OF REACTIVE ANXIETY IN BOMB STORAGE CONDITIONS. It was show that the most effective plants for overcoming situational anxiety in the conditions of a bomb shelter are tea from the roots of *Valeriana officinalis* (-13%) against the background of increased heart rate. Cucumber tea reduces situational anxiety by 10% against the background of increased heart rate. Under the influence of Ukrainian hawthorn tea, situational anxiety decreases by 8% against the background of a decrease in heart rate.

Під час військових дій в Україні виникає безліч стресогенних факторів, таких як звуки сигналу «Ракетна небезпека», звуки вибухів та навіть просто перебування в бомбосховищі. Стресогенні фактори погіршують стан здоров’я людини, викликаючи передчасне старіння, поява безсоння, активізація багатьох шкідливих звичок. Виникає потреба у створенні додаткових методів захисту нервової системи людини, тому метою представленого дослідження було вивчення впливу чаю з коренів *Valeriana officinalis* L., *Borago officinalis* L., *Crataegus ucrainica* Pojark. на ситуативну тривожність людини в умовах бомбосховища. Ситуативну тривожність визначали за допомогою метода анкетування Спілбергера-Ханіна. Метод вважається валідним, за його допомогою можна визначити два типи тривожності (ситуативну та особистісну). Тривожність до 30 балів вважається низькою; 31-44 бали – помірною; більше 45 - висока. Враховуючи психосоматичні зв’язки, паралельно з вимірюванням тривожності, ми проводили вимірювання пульсу за допомогою пульсоксиметру. Валеріана лікарська використовується у ролі заспокійливого засобу, що діє на центральну нервову систему та покращує роботу серця. Рекомендують пацієнтам з діагнозом безсоння, різні види неврозів, стани надмірного нервового збудження (Гарна С.В., 2016). Огірочник лікарський використовують як ефективний сечогінний та протизапальний засіб, який впливає на роботу серця та зміцнює нервову систему. Рекомендують пацієнтам,

що страждають на нервові захворювання, болі у шлунку, запалення сечових шляхів, подагрі та шкірних хворобах. Глід український використовують при захворюваннях міокарда, при гіпертонічній хворобі або при нервово-психічному збуджені.

Результати експерименту свідчать, що у 8 з 10 респондентів, які вживали чай з Валеріани лікарської спостерігалося зниження ситуативної тривожності (від 3 до 13 одиниць), однак з певним підвищенням пульсу у 9 з 10 респондентів (від 2 до 20 одиниць). Однак, у середньому тривожність усієї групи знизилась на 13%. Чай з огірочника лікарського знизив показники ситуативної тривожності (від 1 до 12 одиниць) у 7 з 10 респондентів, однак з певним підвищенням пульсу у 7 з 10 учасників (від 3 до 13 одиниць). Проте у середньому у групі, що вживала чай з огірочника лікарського, показники тривожності знизилися на 10%. Чай з глоду українського знизив показники ситуативної тривожності (від 3 до 8 одиниць) у 9 з 10 респондентів, при цьому спостерігали зниження показника частоти серцевих скорочень у всіх респондентів (від 2 до 12 одиниць). Однак, при вживанні чаю з глоду українського рівень усередний показник ситуативної тривожності в експериментальній групі знизився лише на 8%.

Таким чином, експериментально доведено, що всі досліджувані рослини виявилися ефективними для подолання ситуативної тривожності в умовах бомбосховища, але найбільш ефективним є чай з коренів валеріани лікарської (-13%) на фоні підвищення частоти серцевих скорочень. Чай з огірочника лікарського знижує показник ситуативної тривожності на 10% на фоні збільшення показника частоти серцевих скорочень. Під дією чаю з глоду українського ситуативна тривожність знижується на 8% на фоні зниження частоти серцевих скорочень.

Коплик Я.

ФЛОРИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ БОБОВИХ СТЕПОВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА»

Сумський національний аграрний університет
вул. Г. Кондратьєва, 160, Суми, 40000, Україна
e-mail: y_koplik@ukr.net

Koplyk Ya. FLORAL ANALYSIS OF LEGUMES OF THE «MYKHAILIVSKA TSILYNA» NATURAL RESERVE STEPPE PHYTOCOENOSIS. A floristic analysis of the steppe phytocenoses legumes of the Natural Reserve «Mykhailivska Tsilyna» was carried out and their geographic, biomorphological and ecological structures were studied. The family *Fabaceae* is represented by 22 species belonging to 15 genera. The most representative genera are *Chamaecytisus*, *Trifolium*, *Astragalus*, *Coronilla*, and *Lathyrus*. Perennial plants predominate in the legume flora. Most legume species have a Euro-Asian type of distribution area. To the life form, most species are hemicryptophytes.

Степовий травостій сформований видами, що об'єднують у 3 основні групи: злаки, бобові та різнотрав'я. І хоча види родини *Fabaceae* не є домінантними у складі степової рослинності, вони досить поширені та мають важливе екологічне значення для степових екосистем. Саме тому флористичний аналіз бобових як одного із компонентів степових фітоценозів у контексті розуміння особливостей їх функціонування є актуальним.

Під час дослідження рослинного покриву природного заповідника «Михайлівська цілина» науковцями у різний час було описано близько 40 видів бобових (Лавренко, Зоз, 1928; Ткаченко 1972,1973; Білик, 1974; Парахонська, Ткаченко, 1984; Ткаченко, Лисенко 2005; Родінка, 2014., Ларіонов, 2022). Нами у ході вивчення степових фітоценозів природного заповідника протягом вегетаційного сезону 2022 року було визначено 22 види родини *Fabaceae*, які належали до 15 родів. Найбільш репрезентативними є роди *Chamaecytisus, Trifolium, Astragalus, Coronilla* та *Lathyrus.* Аналіз тривалості життя видів родини *Fabaceae*

показав, що у структурі переважають види-багаторічники, на частку яких припадає 86,4 %. Однорічники складали 9,1 %, а дворічники – 4,5 %. Було також визначено, що серед видів переважали стрижнекореневі багаторічні трав’янисті рослини (63,6 %). Окрім того, у складі фітоценозів було визначено кореневищні (*Vicia cracca* L.), бульбоутворюючі (*Lathyrus tuberosus* L.) та столоноутворюючі (*Trifolium repens* L.) багаторчні види. Чагарники та напівчагарники були представлені такими видами як *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.), *Genista tinctoria* L., *Ononis arvensis* L. Напівчагарники та чагарники особливо поширені у межах абсолютно заповідного степу, де відсутня будь-яка антропогенна діяльність. Біорізноманіття досліджуваних степових фітоценозів включало також і життєву форму – дерево, зокрема, *Robinia pseudoacacia* L. Даний вид широко поширений у лісосмугах поблизу природного заповідника «Михайлівська цілина», через що був занесений і на заповідну територію. При визначенні географічної структури флори бобових (відповідно до класифікації Г. Мойзеля) було виявлено, що найбільшу представленість мають види євроазіатського типу ареалу, частка яких складає 45,5 %. Європейський тип ареалу мали 31,8 % представників бобових, євросибірський – 18,2 % й американський – 4,5 %. В ході аналізу біоморфологічної структури флори бобових було проведено аналіз життєвих форм видів відповідно до класифікації К. Раункієра. Так, види-гемікриптофіти складали 63,6% (14 видів), нанофанерофіти – 13,6% (3 види), криптофіти – 9,1% (2 види), терофіти – 9,1% (2 види) та фанерофіти – 4,5% (1 вид). Аналіз екологічної структури показав, що ксерофіти у структурі флори бобових складали 13,6%. Ксеромезофіти складали 27,3%, а найбільша частка припадала на мезофіти – 50%, що є типовим для видів бобових.

Таким чином, у флорі бобових степових фітоценозів природного заповідника «Михайлівська цілина» переважали багаторічники. Більшість видів мали євроазіатський тип ареалу. Характерно переважання гемікриптофітів, а наявність нанофанерофітів та фанерофітів пов’язана із видовими змінами, що викликані сукцесійними процесами через порушення режиму підтримання степу.

Лавріненко К.

СОЗОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПРИРОДНИХ БІОТОПІВ БАСЕЙНУ РІЧКИ СИНЮХА ЗА РАРИТЕТНОЮ КОМПОНЕНТОЮ

Інститут ботаніки імені М Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, 01601, м. Київ, Україна
e-mail: lavrinenkokaterina97@gmail.com

Lavrinenko K. SOZOLOGICAL ASSESSMENT OF NATURAL BIOTOPES OF THE SYNYUKHA RIVER BASIN BY A RARE COMPONENT. We revealed that the natural biotopes of the Synyukha river basin are represented by 26 types according to EUNIS classification. In vegetation plots of nine of these types of biotopes we noted 21 rare species. The most sosologically valuable types of biotopes are R1B, R12 (by absolute number of species) and S36, H31, R12 (by frequency of occurrence of rare species).

Басейн річки Синюха є цінним осередком відносно добре збереженого природного рослинного покриву. Наявність численних гранітних відслонень та розташування на межі двох природних зон (лісостепу і степу) зумовили значне різноманіття природних біотопів.

Протягом 2021–2022 рр.. нами виконано 450 повних геоботанічних описів у басейні р. Синюха. Додатково до аналізу залучено 65 описів з літературних джерел (Куземко, 2012; Коротченко та ін., 2009). Початковий набір даних включав 515 геоботанічних описів різних типів рослинності. Всі описи були занесені у базу даних Turboveg (Hennekens, Schaminée, 2001) та експортовані у програму Juice (Tichý, 2002) для подальшої обробки. Для визначення приналежності геоботанічних описів до певного типу біотопу на першому етапі класифікації використано експертну систему EUNIS (Chytrý et al.,

2020). Ми застосували експертну систему EuroVegCheklist (Mucina et al., 2016) для віднесення описів до певного класу рослинності. Використовуючи дані цієї класифікації, а також проаналізувавши діагностичні види, структуру угруповань та порівняння з літературними відомостями ми отримали більш точну класифікацію біотопів. Всього отримано 32 кластери, серед яких найбільшу частку становлять біотопи типу R1B (20%) – континентальні сухі трав'яні угруповання (справжні степи) і R1A (16%) – сухі багаторічні трав'яні кальцефітні угруповання (лучні степи). Досить добре представлені біотопи типу R12 (6%) – рослинність з домінуванням криптогамних і однорічних рослин на силікатних відслоненнях (петрофітні степи) і H31 (6%) – (біотопи кислих силікатних порід). Описи, які були віднесені до біотопів антропогенного походження, а також ті, що залишились некласифікованими на цьому етапі до подальшого аналізу не включали.

Ми проаналізували біотопи за раритетною компонентою флористичного складу. У цьому дослідженні до раритетних ми відносимо види, занесені до Червоної книги України (Дідух та ін. 2009), Резолюції 6 Бернської конвенції (Council of Europe, 2011), а також вузьколокальні ендемічні види. Всього у відібраних описах був відмічений 21 раритетний вид (три з них є видами з Резолюції 6 Бернської Конвенції, 19 – занесені до Червоної киги України, три види є вузьколокальними ендеміками гранітних відслонень Придніпровської височини). Серед 26 типів природних біотопів басейну р. Синюха раритетні види були відмічені лише у 9 з них. Найбільша абсолютна кількість раритетних видів відмічена для справжніх степів R1B (12 видів) та петрофітних степів R12 (8 видів), а найвища частота трапляння раритетних видів – для низьких степових чагарників S36 (75%), біотопів кислих силікатних порід H31 (63%) та петрофітних степів R12 (63%). Серед досліджених раритетних видів вісім виявили вузьку екологічну валентність, оскільки ростуть лише в одному типі біотопу (*Adonis vernalis*, *Angelica palustris*, *Elytrigia stipifolia*, *Epipactis helleborine*, *Fritillaria meleagris*, *Klasea lycopifolia* , *Scopolia carniolica*, *Stipa lessingiana*, *Tulipa hypanica*). Найширшу екологічну амплітуду мають *Stipa capillata* і *Pulsatilla pratensis*, що були відмічені у п'яти і чотирьох типах біотопів відповідно.

На основі результатів аналізу біотопів за раритетною компонентою та даних польових досліджень в межах басейну р. Синюха було обрано найбільш созологічно цінні природні ділянки, на яких заплановано створення ряду заказників.

Мегалінська Г., Білик Ж., Скібицька В.

ПОРІВНЯЛЬНА ЦИТОСТАТИЧНА АКТИВНІСТЬ ДЕЯКИХ ВИДІВ РОДИНИ КАПУСТЯНІ

Український державний університет імені Михайла Драгоманова
вул. Пирогова 9, м. Київ, 0105, Україна
e-mail: anna.megalin@ukr.net

Megalinska G., Bilyk Zh., Skibitska V. COMPARATIVE CYTOSTATIC ACTIVITY OF SOME SPECIES OF THE CABBAGE FAMILY. Comparison of the cytostatic activity of representatives of the cabbage family was carried out by comparing the coefficients in the trend's equations. Trends were plotted in the coordinate system: concentration of the investigated substrate/number of lateral roots in relation to the control. The fruits of lunaria are close to the fruits of white mustard in terms of their cytostatic effect and are half as active as cabbage leaves.

Лунарія однорічна широко культивується в агроценозах, тому її екземпляри все частіше зустрічаються в околицях Києва та в деяких місцях Київської області. Нами знайдені локалітети цього виду на схилах Київського моря в районі Старих Петрівців, а також в прибережній зоні р. Десни в районі Рожнів. За даними Гродзинського А.М. (1992) хімічний склад цієї рослини родини Капустяних вивчений недостатньо. На думку Дроздової І.Л. (2019) необхідно розширювати асортимент фітопрепаратів та поповнювати офіцинальну медицину новими лікарськими рослинами, зокрема перспективним

видом автор вважає Лунарію однорічну. Якщо використовувати філогенетичний метод для вивчення фізіологічної активності лунарії однорічної, то можна очікувати, що ця рослина містить сполуки сірки, як і інші види родини Brassicaceae і тому може володіти цитостимулювальними властивостями.

Тому метою представленого дослідження було вивчення порівняльної цитостатичної активності плодів гірчиці білої (*Sinapis alba* L.), листків капусти білокачанної (*Brassica oleracea* L.) та плодів і пагонів лунарії однорічної (*Lunaria annua* L.).

Цитостатичну активність досліджували методом Іванова В.Б. Суть методу базується на інгібуванні мітозу при утворенні бічних коренів, при цьому ріст головного кореня гальмується, а диференціація клітин триває. Вихідний розчин готували з розрахунку 5 г на 100 мл води, потім здійснювали розведення від 50 до 450 мг/мл. 10 насінин пророщували в кожному варіанті розведення. Кожний дослід проводили у трикратній повторності.

Як свідчать результати експерименту, водний екстракт плодів лунарії виявляє властивості стимулятора проліферації. При всіх тестових концентраціях спостерігалося збільшення кількості бічних коренів, що є показником стимуляції мітозу на рівні клітин перициклу. В межах концентрації від 200 до 450 мг/мл інтенсивність мітотичних поділів збільшувалася на 40-60% відносно контролю. Цей факт свідчить, що плодові оболонки містять речовини стимулюючої дії, якими згідно літературних даних можуть бути мікроелементи та полісахариди. Водна витяжка з пагонів лунарії демонструє цитостатичну активність при концентрації 150 мг/мл. Якщо аналізувати рівняння трендів, то можна стверджувати, що коефіцієнт 0,091 має плюсове значення і це свідчить про стимулювальний ефект плодів Лунарії. Аналогічний коефіцієнт в рівнянні тренду для пагонів Лунарії однорічної – 0,236 має від’ємне значення, що свідчить про гальмувальний ефект цієї сировини. Порівняння цитостатичної активності пагонів лунарії однорічної з аналогічним показником водного екстракту з листків капусти білокачанної свідчать, що пагони лунарії виступають більш активним цитостатиком і пригнічують мітотичний поділ на рівні концентрації 150 мг/мл. Водний екстракт з листків капусти виявив амфотерну дію на мітоз. При концентрації до 300 мг/мл спостерігається ефект стимуляції поділу клітин. Порівняння цитостатичної активності плодів лунарії однорічної та плодів гірчиці білої свідчить, що плоди обох рослин родини Капустяних виступають стимуляторами проліферації.

Порівняння стимулювальної активності трьох видів родини Капустяних свідчить на користь плодів лунарії, що може виступати аргументом до введення лунарії у список фармакопейних рослин.

Міськова О.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗОНУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «СЕЙМСЬКИЙ»

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01004, Україна
e-mail: lena.miskova.enot@gmal.com

Miskova O. PROPOSALS FOR IMPROVING THE FUNCTIONAL ZONING OF SEYMSKYI REGIONAL LANDSCAPE PARK. A study of the distribution and general condition of populations of rare plants of Seymskyi Regional Landscape Park was conducted. It is proposed to include the 10 most valuable sites in the protected zone of the park. It is also suggested to expand the boundaries of three reserves to optimize functional zoning, as well as the preservation of plants and their habitats related to the European, national, and regional levels of protection.

Україна, як країна-учасник, що приєдналася до Резолюції Конференції ООН з біорізноманіття (2022) зобов’язалась до 2030 року збільшити відсоток ПЗФ. Для досягнення цієї мети важливим є як створення нових об’єктів ПЗФ, так і розширення меж та опимізація зонування вже існуючих.

Регіональний ландшафтний парк «Сеймський» розташований в Конотопському районі Сумської області, створений у 1995 р. на площі 98857,9 га із земель державної та комунальної власності без вилучення їх у землекористувачів, з метою охорони та відтворення цінних природних комплексів і природних об'єктів (Проект організації…, 2017). За функціональним зонуванням виділено заповідну (1687,58 га; 1,7 % від площі парку), регульованої рекреації (3143,38 га; 3,18 %) і господарську (94026,94 га; 95,12 %) зони парку (Бойченко та ін., 2016). Відповідно до рекомендацій щодо організації території регіональних ландшафтних парків, площа заповідної зони має становити 10-20% та включати території, де максимально збережені у природному стані флористичні комплекси (Андрієнко та ін., 1996).

З 2018 р. проводиться спеціальне дослідження флори парку, зокрема встановлено видовий склад раритетної компоненти. Виявлено нові локалітети видів, занесених до Червоної книги України, Резолюції 6 Бернської конвенції, Європейського Червоного списку та Переліку регіонально рідкісних рослин Сумської області, проаналізовано загальний стан їхніх популяцій. Виділено перспективні та найцінніші об'єкти: 1) ур. Спадщанський ліс, де нами зафіксовані найбільші популяції орхідних: *Epipactis helleborine* (L.) Crantz., *Platanthera chlorantha* (Cust.) Rchb., *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., а також *Lycopodium annotinum* L., *Lilium martagon* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill.s.l., *Campanula persicifolia* L., *Corydalis intermedia* (L.) Murat, *C. cava* (L.) Schweigg. & Koerte, *Dentaria quinquefolia* M. Bieb., *Digitalis grandiflora* Mill., *Iris hungarica* Waldst. et Kit.; 2) лука в меандрі р. Сейм (с. Харівка): найбільша популяція *Iris sibirica* L. за участі *Gladiolus tenuis* M. Bieb. в угрупованні; 3) ур. Чаплинський ліс (села Чаплищі та Пересипки): *Epipactis helleborine*, *Lilium martagon*, *Pulsatilla patens*, *P. pratensis* (L.) Mill. s.l. *Digitalis grandiflora*, *Iris hungarica, Jurinea cyanoides* (L.) Rchb.s.l.); 4) ур. Обірок (с. Духанівка): *Iris hungarica*; 5) кв. 1, 2, 3, 23 Новомутинського лісництва (с. Новомутин): *Pulsatilla patens, Lilium martagon, Epipactis helleborine, Digitalis grandiflora, Campanula persicifolia;* 6) лука в міжріччі Сейм-Любка (м. Путивль): найбільша популяція *Gladiolus tenuis*, 7) болотиста лука (с. Стрільники): *Gentiana pneumonanthe* L.; 8) озера побл. с. Любитове: *Nymphaea alba* L. 9) ур. Скуносово (с. Скуносово): *Epipactis helleborine*, *Digitalis grandiflora*; 10) лука побл. с. Чумакове: *Gladiolus tenuis, Iris sibirica.* Пропонується також розширення меж існуючих заказників: 1) «Мариця» (ур. Мариця, с. Щербинівка): *Allium ursinum* L., *Scilla bifolia* L., *Corydalis intermedia*, *Dentaria quinquefolia*; 2) «Мутинський» (с. Прилужжя): *Neottia nidus-avis, Epipactis helleborine, Iris hungarica*; 3) «Присеймівський» (с. Озаричі): *Epipactis helleborine, Gladiolus tenuis, Anacamptis palustris* (Jacq.) R.M.Bateman, Pridgeon & M.W.Chase.

Нагальними завданнями для оптимізації функціонального зонування парку є: розробка обґрунтування нових та розширення меж існуючих заказників; підготовка менеджмент-плану стану популяції рідкісних видів рослин; постійний моніторинг стану раритетної компоненти.

Новгородський А.[1], Тюпова Т.[1], Дука А.[2]

ПЕРШІ ВЕРИФІКОВАНІ ЗНАХІДКИ ФІТОПАТОГЕННОГО ГРИБА *FUSARIUM SAMBUCIUM* FUCKEL НА *ACER NEGUNDO* L. З ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

[1] Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
[2] Університет імені Адама Міцкевича
Wieniawskiego 1, 61-712 Poznań, Польща
e-mail: andreynovgorodsky@gmail.com

Novgorodsky A., Tiupova T., Duka A. THE FIRST VERIFIED RECORDS OF PLANT PATHOGENIC FUNGUS *FUSARIUM SAMBUCIUM* FUCKEL ON *ACER NEGUNDO* L. FROM THE TERRITORY OF THE KHARKIV REGION. As a result of a molecular genetic

study of two fungal cultures from the Kharkiv Region (North-East Ukraine), they were identified as *Fusarium sambucinum*. Current views on *Fusarium* and fusarioid fungi are given.

Fusarium Link – великий, гетерогенний і дуже складний у вивченні рід сумчастих грибів. Переважна більшість його представників є фітопатогенами, зокрема на сільськогосподарських рослинах. Деякі види є продуцентами небезпечних для людини мікотоксинів. Попри це, рід досі залишається недостатньо дослідженим.

Види, що належать до цього роду можуть мати кардинальні відмінності у морфологічних, фізіологічних і екологічних характеристиках. Показано, що при значній подібності нестатевих спороношень (анаморф), їх сумчасті стадії (телеоморфи) є дуже різноманітними. Для ідентифікації фузаріїв недостатньо вивчення чистих культур і мікроскопічних ознак, а обов’язковим є проведення аналізу послідовностей нуклеотидів у певних генах.

В результаті молекулярно-генетичних досліджень 19 маркерних генів, було доведено, що під назвою «*Fusarium*» криється щонайменше 20 споріднених, або окремих родів грибів (Crous et al., 2021). Види *Fusarium* у вузькому сенсі (*Fusarium* sensu strictu) характеризуються статевими морфами типу *Gibberella*. Нещодавно, після проведення ревізії, новим типом роду було обрано вид *Fusarium sambucinum* Fuckel (nom. cons.) із сумчастою стадією *Gibberella pulicaris* (Fr.) Sacc. Сукупність видів, які раніше були відомі як *Fusarium*, наразі називають фузаріоїдними грибами: https://www.fusarium.org.

У 2011 р. у Мельбурні було проголосовано за оновлену версію Міжнародного кодексу номенклатури водоростей, грибів і рослин (International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants), яка передбачає, що у видів грибів з плеоморфним життєвим циклом може бути лише одна латинська назва. Зараз коректною назвою виду є *Fusarium sambucinum*, а *Gibberella pulicaris* зведена в синоніми.

У вересні 2021 р. при дослідженні чистих культур грибів, виділених з гілочок *Acer negundo* L. в околицях м. Харків (РЛП «Сокольники-Помірки» та околиці с. Лозовеньки, Харківська область, Україна), нами було отримано дві культури фузарія. Аналіз послідовностей нуклеотидів ITS-регіону рибосомальної ДНК свідчить, що культури належать виду *Fusarium sambucinum*. Цей вид утворює великий видовий комплекс (FSAMSC) і поєднує групу мікотоксикогенних видів, що є неспеціалізованими патогенами рослин. *F. sambucinum* іноді може існувати як сапротроф, ендотроф або навіть мати мутуалістичні відносини з деякими родинами рослин. Гербарні зразки гриба CWU (Myc) AS 8265 та 8290 інсеровані в Науковий мікологічний гербарій Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Наші зразки є першими верифікованими знахідками виду в Україні.

Роботу виконано під керівництвом О.Ю. Акулова та О.І. Зіненка, к. б. н., доцентів кафедри мікології та фітоімунології ХНУ імені В.Н. Каразіна.

Новосад А., Кузьмішина І.

СУЧАСНИЙ СТАН ВОДНИХ І ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ ВИДІВ СУДИННИХ РОСЛИН СЕРЕДНЬОЇ ТЕЧІЇ РІЧКИ ТУРІЯ (КОВЕЛЬСЬКИЙ РАЙОН, ВОЛИНСЬКА ОБЛАСТЬ, УКРАЇНА)

Волинський національний університет імені Лесі Українки
проспект Волі, 13, Луцьк, Волинська область, 43025
e-mail: alinanovosad15@ukr.net, irikuz@ukr.net

Novosad A., Kuzmishyna I. CURRENT STATUS OF AQUATIC AND COASTAL WATER SPECIES OF VASCULAR PLANTS IN THE MIDDLE COURSE OF THE TURIA RIVER (KOVEL DISTRICT, VOLYN REGION, UKRAINE). As a result of field research during the growing seasons of 2020–2022, 94 species of aquatic and coastal-aquatic vascular plants were

found in the middle course of the Turia River within the boundaries of the Kovel district of the Volyn region (Ukraine). The proximity of asphalted and dirt roads to the channel embankment of the Turia River contributed to the settlement of invasive plant species, which led to a high degree of anthropogenic transformation of the Turia River`s studied flora. We consider 28 species of the apophytic fraction and 25 species of the adventitious fraction to be synanthropic plants. The index of synanthropization – 56,4%, the index of apophytization – 29,8%, the index of anthropophytization – 26.6%. Among the apophytic fraction, a group of meadow species of plants prevails (12 species; 42,8 %)), among the adventitious fraction – a group of archaeophytes (14 species; 56,0%).

Рослинний світ перезволожених територій, що відрізняється інтразональністю та специфічними особливостями структури і функціонування, на сучасному етапі все більше піддається антропогенному пресингу внаслідок проведення гідробудівництва, забруднення водного та повітряного басейнів, розширення об'ємів використання фітомаси у господарстві. Тому у останні десятиліття вчені спрямовували свої дослідження на вивчення змін рослинного покриву, зокрема, поруч із дослідженнями рідкісних та зникаючих видів водні види рослин привертають увагу як індикатори забруднення води (Цьось, 2016). Річка Турія у середній течії територіально знаходиться у північно-західній частині Поліської низовини, що за геоботанічним районуванням України належить до Ковельського підрайону Ковельсько-Маневицького району Західнополіського (Ковельсько-Сарненського) округу Поліської підпровінції Східноєвропейської провінції із переважанням соснових лісів чорницево-зеленомохових та евтрофних осоко-гіпнових боліт (Дідух, Шеляг-Сосонко, 2003).

Метою дослідження було вивчення фіторізноманіття водних та прибережно-водних судинних рослин середньої течії р. Турії у Ковельському районі Волинської області. Матеріалом дослідження слугували виявлені у результаті досліджень протягом вегетаційних періодів 2020-2022 рр. 94 види судинних рослин річища р. Турії і її прируслового валу. Синантропними вважаємо 28 видів рослин (29,8 % від загальної кількості досліджуваних видів) апофітної фракції і 25 видів рослин (26,6 %) адвентивної фракції.

Близкість асфальтованих та ґрунтових доріг до прируслового валу р. Турія сприяли заселенню заносних видів рослин, що призвело до високого ступеня антропогенної трансформованості досліджуваної флори середньої течії р. Турія (індекс синантропізації – 56,4 %, індекс апофітизації – 29,8 %, індекс антропофітизації – 26,6 %). В апофітній фракції нами виділено групи рудеральних, лучних, піщаних, лучно-болотних видів, в адвентивній – групи археофітів ірано-туранського, середземноморського, середземноморсько-іранського, азійського, малоазійського і нез'ясованого походження і кенофітів північноамериканського походження. Серед апофітної фракції превалює група лучних видів (12 видів; 42,8 %, наприклад, *Achillea submillefolium* Klokov et Krytzka, *Artemisia vulgaris* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Equisetum arvense* L.), серед адвентивної – група археофітів (14 видів; 56,0 %; наприклад, ірано-туранського походження – 5 видів, зокрема, *Althaea officinalis* L., *Artemisia absinthium* L., *Geranium pusillum* L., *Lepidium ruderale* L., *Portulaca oleracea* L.).

Островський Р., Гончаренко В.

МАТЕРІАЛИ ДО ХОРОЛОГІЇ *ASCLEPIAS SYRIACA* L. (APOCYNACEAE JUSS.) НА ТЕРИТОРІЇ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

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

Ostrovskyi R., Honcharenko V. MATERIALS FOR THE CHOROLOGY OF *ASCLEPIAS SYRIACA* L. (APOCYNACEAE JUSS.) ON THE TERRITORY OF THE RIVNE REGION. Information about a new locality in the territory of the Rivne region is provided.

В сучасних умовах на території України інтенсивно відбувається поширення нових адвентивних видів. Особливо гостро ця проблема стала тепер, коли кліматогенні зміни призводять до суттєвого перерозподілу видового складу та порушення структури природних екосистем, що створює нові ніші у природному рослинному покриві з одного боку і збільшує або зменшує можливість вкорінення інвазійних видів і їхній вплив на життєдіяльність екосистем з другого (Протопопова, Шевера, 2019). Тому проведення первинної інвентаризації адвентивних видів є актуальним завданням сьогодення.

Asclepias syriaca L. є кенофітом північноамериканського походження з широкою екологічною амплітудою. Він є інвазивним «супервидом», який захопив великі території в Європі, утворюючи нові екосистеми (Kelemen et al. 2016). В літературних джерелах наявна інформація про поширення *Asclepias syriaca* в кількох країнах Європи. Зокрема, протягом останніх десяти років у Польщі виявлено багато нових локалітетів (Rutkowski L. et al., 2015).

Для території України *Asclepias syriaca* наводився як адвентивний вид на території Ржищівської міської об’єднаної територіальної громади Обухівського (до 2020 року — Кагарлицького і Миронівського) району Київської області (Шиндер, Безсмертна, Кучер, 2021) та для території низки об’єктів природно-заповідного фонду України (ЛЗ: Саги; НПП: Білоозерський, «Бузький Гард», Голосіївський, Ічнянський, Пирятинський, Подільські Товтри; Канівський ПЗ; Дунайський БЗ (Зав’ялова, 2017)). Виявлена інвазійна куртина *Asclepias syriaca* по краю державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України (м. Біла Церква), що підкреслює важливість постійного моніторингу за фітозабрудненням (Дойко, Шиндер, Драган, 2021) та ін. Загалом інформація про поширення *Asclepias syriaca* як на території України, так і Рівненської області є фрагментарною. Зокрема, у Національній мережі інформації з біорізноманіття (*UkrBIN*) є інформація фактично про 24 локалітети з території Рівненської області. Серед них можна виділити два осередки поширення: північно-західні околиці м. Острога Рівненського району (4 локалітети) та західні, південно-західні та південні прилеглі території до м. Костопіль Рівненського району (16 локалітетів). Нами вид виявлений локалітет “Рівненська обл, Рівненський р-н, с. Спасів, ~ 2, 2 км. на півд.-захід, на полі. N 50˚43’77.2», E 26˚07’02.4». VH 4277. 30.09.2022 р. Гончаренко В. І.”. Залишається актуальним завданням дослідження хорології *Asclepias syriaca* на території України.

Романченко О.

ПЕРША ЗНАХІДКА РІДКІСНОГО ГРИБА *HEMILECCINUM DEPILATUM* (REDEUILH) ŠUTARA НА ТЕРИТОРІЇ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МЕДОБОРИ»

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

Romanchenko O. THE FIRST RECORD OF THE RARE FUNGUS *HEMILCINUM DEPILATUM* (REDEUILH) ŠUTARA FROM THE TERRITORY OF THE MEDOBORY NATURE RESERVE. Information about a new find of the rare mushroom species *Hemileccinum depilatum*, which is recently included in the Red Book of Ukraine is given. Brief information about the ecological features of the mushroom, its findings in other regions of Ukraine, and the nature protection status in Europe are summarized.

Hemileccinum depilatum (Redeuilh) Šutara (= *Boletus depilatus* Redeuilh) є рідкісним видом базидієвих макроміцетів з родини Boletaceae, порядку Boletales. Цей вид був описаний як новий для науки у 1985 р., а у 2008 р., на основі генетичних досліджень, був перенесений до роду *Hemileccinum* Šutara (Šutara, 2008).

Плодові тіла *Hemileccinum depilatum* схожі на плодові тіла доволі поширеного виду *Hemileccinum impolitum* (Fr.) Šutara. Вони мають яскравий жовтий гіменофор, а також слабко виражений, але характерний неприємний «хімічний» запах. Гіменофор та м'якуш не змінюють забарвлення при травмуванні. Поверхня шапинки молодих плодових тіл трохи зморшкувата або ямчаста, світло-коричнева. Кутикула шапинки *H. depilatum* з менш виразним опушенням і іноді утворює тоненький жовтий вільний край по периферії шапинки. За морфологічними ознаками рід займає проміжне положення між *Boletus* та *Leccinum* (Heinemann, Rammeloo, 1992; Šutara, 2008).

Гриб утворює мікоризу переважно із грабом і, відповідно, трапляється здебільшого в грабових лісах, проте нечасто. Він розвивається переважно на лужних, багатих на крейду ґрунтах. В низці країн Європи, зокрема Бельгії, Болгарії, Великій Британії, Польщі, Франції, Хорватії, Чехії він внесений у Червоні списки. Вид є кандидатом на включення до Європейського червоного списку грибів. На території Азії він відомий з Азербайджану та Туреччини. У 2021 р. *H. depilatum* був внесений до Червоної книги України із статусом «вразливий» (Гелюта та ін., 2022).

В україномовній літературі цей вид наводиться під назвами напівборовик ямчастий та напівборовик неопушений. До цього часу гриб був відомий в Україні з 18 локалітетів з території Кримського півострова, а також Закарпатської, Івано-Франківської, Київської, Львівської, Тернопільської, Хмельницької та Черкаської областей. Зокрема, він був знайдений в природному заповіднику «Мис Мартьян», Карпатському біосферному заповіднику та національному природному парку «Подільські товтри». Найбільша кількість відомих знахідок *H. depilatum* припадає на Західний Лісостеп (Heluta et al., 2019; Гелюта та ін., 2022).

Минулого року під час мікологічних досліджень на території природного заповідника «Медобори» нами було виявлено новий локалітет *Hemileccinum depilatum*. Плодове тіло гриба було знайдено 27 липня 2022 р. в грабовому лісі на території Краснянського ПОНДВ заповідника. Гриб розвивався на схилах давнього рукотворного оборонного валу неподалік від печери «Перлина». Найближчий населений пункт – село Кринцилів, Сатанівська селищна територіальна громада Хмельницької області. Найближчі відомі локалітети виду на території Тернопільської області – околиці м. Заліщики та околиці м. Чортків. На території природного заповідника «Медобори» гриб *Hemileccinum depilatum* зареєстровано вперше.

Роботу виконано під керівництвом О.Ю. Акулова, к. б. н., доцента кафедри мікології та фітоімунології ХНУ імені В.Н. Каразіна.

Свердлов В.О.

ВИДОВИЙ СКЛАД СИНУЗІЇ ЕФЕМЕРОЇДІВ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «ЯЛІВЩИНА»

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Україна
e-mail: vovasv8989@ukr.net

Sverdlov V. SPECIES COMPOSITION OF EPHEMEROID SYNUSIUM OF «YALIVSH-CHINA» REGIONAL LANDSCAPE PARK. The distribution, species composition, and features of the spring ephemerides of the forest phytocenoses of the regional landscape park «Yalivsh-chyna» were analyzed. 15 species of ephemeroids were found in the composition of the spring synusia. The participation of certain species in the formation of sinuses is indicated. The most widespread in the study area are sinusias dominated by Ficaria verna.

Дослідження структурно-функціональних компонентів фітоценозу має велике значення для з'ясування його екологічних особливостей. При цьому одним із найцікавіших

об’єктів для вивчення структури лісового угруповання є синузії ранньовесняних ефемероїдів. Формуючись у однорідних екологічних умовах, вони мають важливу особливість – короткотривалість існування, тобто не стільки просторову, скільки часову відокремленість від інших компонентів лісового ценозу.

Вивчення особливостей сучасного поширення весняних ефемероїдів, моніторинг їхнього стану та структури популяцій у межах регіонального ландшафтного парку «Ялівщина» (далі - РЛП «Ялівщина»), площею 168,7 га, є одним із важливих завдань, без виконання якого існують високі ризики щодо ймовірності зникнення деяких рідкісних видів зі складу спонтанної флори міської системи Чернігова.

Метою дослідження є узагальнення відомостей про поширення весняних ефемероїдів у межах парку та розробка системи ефективних заходів для їхнього збереження у регіоні.

Дослідження синузій весняних ефемероїдів проведено на території РЛП «Ялівщина» у квітні–травні 2017-2022 років маршрутно-експедиційним методом із складанням геоботанічних описів на пробних ділянках площею 100 м^2.

До групи весняних ефемероїдів, згідно до загальноприйнятого визначення терміну «ефемероїди», віднесено багаторічні рослини з дуже коротким щорічним вегетаційним періодом (кілька тижнів), який припадає на весняну пору року.

У природній флорі РЛП «Ялівщина» цьому визначенню відповідає 15 видів рослин: *Allium ursinum* L., *Anemone nemorosa* (L.) Holub*, Anemone ranunculoides* L., *Caltha palustris* L., *Chrysosplenium alternifolium* L., *Corydalis intermedia* (L.) Mérat, *C.. solida* (L.) Clairv., *Ficaria verna* Huds., *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl., *G.minima* L. Ker Gawl., *Galanthus nivalis* L., *Lathraea squamaria* L.*, Primula veris* L., *Scilla bifolia* L., *S. siberica* Andr.

Перспективою подальших наукових досліджень є проведення популяційних досліджень із застосування морфометричного та віталітетного аналізів, спрямованих на визначення розмірних параметрів та рівня життєвості рослин і ценопопуляцій весняних ефемероїдів. Доцільним є і проведення комплексної оцінки декількох типів структури (просторової, онтогенетичної, розмірної та віталітетної), що дозволить розробити деталізовані прогнози подальшого існування популяцій весняних ефемероїдів на території РЛП «Ялівщина» та науково обґрунтовані підходи щодо забезпечення їх охорони.

Сенів М.М.

ІНВАЗІЙНІ ВИДИ У ФЛОРІ МАЛОГО ОПІЛЛЯ

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

Seniv. M. INVASIVE SPECIES IN THE FLORA OF MALE OPILLYA. The flora of Male Opillya comprises 41 invasive species belonging to 20 families. The ecological spectrum is dominated by therophytes – 22 (53.6%), heliophytes 35 (85.4%), and mesophytes 22 (53.6%). In addition, a group of transformers – 16 species (39%) was identified among invasive species, which indicates a high degree of threat of to aboriginal flora.

Мале Опілля є чітко відокремленим районом та крайньою південно-західною частиною Опілля (Pazdro, 1953). На формування сьогоднішніх меж Малого Опілля великий вплив мав розвиток рільництва на його землях (Пашук, 2010). Значні зміни умов навколишнього середовища спричинені, серед інших чинників, інтенсифікацією антропогенного пресу, зумовлюють зростання темпів розповсюдження адвентивних видів рослин та посилення їхнього впливу на природні екосистеми.

Актуальними є дослідження інвазійних видів, які становлять глобальну загрозу для довкілля у зв’язку з їх негативним впливом на екологічну ситуацію у світовому масштабі (Бурда та ін., 2011). На жаль, дані про вплив більшості видів адвентивних рослин на

рослинний покрив України залишаються фрагментарними та потребують вивчення. Також, слід врахувати, що у флорі Малого Опілля питання присутності у флорі інвазивних видів до теперішнього часу не піднімалося.

У результаті досліджень синантропної флори Малого Опілля, з переліку адвентивних видів виділена група інвазійних видів рослин, які мають здатність інтенсивно розмножуватись і натуралізуватись у вторинному ареалі. Інвазійні види агресивно входять в екосистеми та призводять до втрати біорізноманіття і глибоких екологічних наслідків, витісняючи природну флору, спричиняючи втрату рідкісних та реліктових видів. (Протопопова,2002).

У флорі Малого Опілля зафіксовано 41 інвазивний вид (20%) адвентивної фракції флори регіону, з яких археофіти складають 12 видів, а кенофіти – 29 видів. Інвазивні види належать до 20 родин, серед яких 15 родин представлені лише одним видом, що є характерним для інвазійних видів. В кількісному відношенні переважає родина Asteraceae – 16 видів.

В екологічному спектрі інвазивних видів серед клімаморф домінують терофіти, які становлять 22 види (53,6%), гемікриптофіти – 11 (26,8%), фанерофіти – п'ять (12,2%), гідрофіти – два (4,9%) та криптофіти – один (2,4%). Геліоморфи представлені геліофітами – 35 видів (85,4%), геліосціофітами – три (7,3%), сціогеліофітами – два (4,9%), сціофітами – один (2,4%). Гідроморфи представлені мезофітами – 22 види (53,6%), ксеромезофітами – п'ять (12,2%), мезоксерофітами – п'ять (12,2%), гігрофітами – чотири (9,75%), ксерофітами – два (4,9%), мезогігрофітітами – два (4,9%) та гідрофітами – один (2,4%).

Серед інвазійних видів виділено групу рослин-трансформерів, які утворюють монодомінантні угруповання та змінюють характер фітоценозу. На досліджуваній території було виділено групу трансформерів (16 видів), що становить 39% від кількості інвазійних видів регіону. Ці показники свідчать про загрозливий стан аборигенної флори, яка деградує під дією антропогенного пресу і натиском чужинців (Протопопова, 2009).

Отже, інвазійні види стали стійкими компонентами синантропної фракції флори України. У флорі Малого Опілля виявлено 41 інвазивний вид, який належить до 20 родин. Окрім цього, серед інвазивних видів виділено групу трансформерів – 16 видів (39%), яка свідчить про високий стан загроженості аборигенної флори.

Солдат А.[1,2], Стасюк О.[2], Гончаренко В.[3]

АДВЕНТИВНА ФЛОРА ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ МІЖ СТАНЦІЯМИ СОКАЛЬ-ЧЕРВОНОРАД ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

[1]Волицька ЗШ І-ІІІ ст. Сокальської міської ради Львівської області
с. Волиця, вул. Івана Франка, 37, Червоноградський р-н, Львівська область, 80080, Україна
[2]Сокальська Мала академія наук учнівської молоді імені Ігоря Богачевського
вул. Шептицького, 90, м. Сокаль, Червоноградський р-н, Львівська обл., 80000, Україна
[3]Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: vherbarium@ukr.net

Soldat A., Stasiuk O., Honcharenko V. ADVENTIVE FLORA OF THE RAILWAY TRACK BETWEEN SOKAL-CHERWONORAD STATIONS OF THE LVIV REGION. 26 adventitious species were found in the flora of the territory along the railway track between the Sokal - Chervonograd stations. The most diverse in terms of the number of species is the Asteraceae family *(Ambrosia artemisiifolia* L., *Grindelia squarrosa* (*Pursh*) Dunal. *Senecio vulgaris* L., *Carduus acanthoides* L., *Artemisia absinthium* L., *Cichorium inthybus* L.).

Посилення антропічного пресингу на природні фітоценози приводить з одного боку до збіднення видового складу регіональних флор, з іншого – до засилля та натуралізації

не аборигенних (=адвентивних) видів рослин. Трансформовані людиною території стали основою для їх вторгнення, звідки вони все частіше проникають у напівприродні та природні фітоценози, створюючи загрозу існуванню окремих видів, або навіть нормальному функціонуванню окремих екосистем. У процесі міграції природним шляхом, навмисним або ненавмисним втручанням людини відбувається розселення видів на нові території поза межами первинного ареалу. Проблема актуальності неаборигенних організмів для України зростає, оскільки рівень адвентизації флори країни, як і окремих її регіонів досить високий (Протопопова, Шевера, Мосякін та ін, 2009). До таких регіонів належить Львівська область як регіон з високим транзитним потенціалом і межує з територією Польщі, а тому вивчення змін видового різноманіття на території області є актуальним завданням.

Робота присвячена вивченню адвентивних видів рослин залізничного полотна між станціями Сокаль-Червоноград Львівської області. Адвентивні види є невід’ємним компонентом флори залізниці та території поблизу залізничних смуг. Дослідження території залізниці проводилося протягом червня-вересня 2022 року з використанням традиційних методик.

В результаті проведених досліджень у флорі території уздовж залізничного полотна між станціями Сокаль -Червоноград виявлено 26 адвентивних видів, які об’єднані у 17 родин. Найбільш різноманітною за кількістю видів є родина *Asteraceae* - 6 видів *(Ambrosia artemisiifolia* L.*, Grindelia squarrosa* (*Pursh*) Dunal., *Senecio vulgaris* L.*, Carduus acanthoides* L.*, Artemisia absinthium* L., *Cichorium inthybus* L.). Серед виявлених адвентивних видів за часом занесення: 11видів – кенофіти, 10 – археофіти, 5 – еунеофіти. Число кенофітів та еукенофітів, більш як у 1,6 рази перевищує число археофітів. Це свідчить про те, що флора перебуває в стані швидкої динаміки, що зумовлюється занесенням та поширенням нових видів заносних рослин у сучасних умовах. За способом занесення 12 видів - ксенофіти, 10 видів – ергазіофіти і 3 види аколютофіти. За ступенем натуралізації 17 видів - епекофіти, 2 види є агріоепекофіти і 5 видів – агріофіти, 2 види-колонофіти. Серед адвентивної флори території уздовж залізничного полотна між станціями Сокаль-Червоноград було виявлено 17 видів бур’янів, 11 видів лікарських рослин, 2 види рослин – небезпечні для людини, 1 вид рослин використовують у декоративних цілях. При дослідженні географічного походження адвентивних видів досліджуваної території було встановлено домінування видів південноазіатського походження, що свідчить про найкраще адаптування рослин до нових умов.

Ступак Ю.

ПРОГРАМА ФЕНОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА *ULMUS PUMILA* L.

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Україна
e-mail: yuli.reb100@gmail.com

Stupak Y. PROGRAM OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS FOR *ULMUS PUMILA* L. *Ulmus pumila* is one of the most problematic invasive species in the southeast and central part of Ukraine. We discovered the *U. pumila* invasion in the outskirts of the city of Chernihiv. The invasion began about 20 years ago and occurs due to seed and vegetative reproduction. Phenological monitoring of *Ulmus pumila* is currently underway and meteorological observation is conducted in parallel. The main phenological phases and subphases of Ulmus pumila are recorded.

Ulmus pumila L. – швидкоростуче листяне дерево, до 25 м заввишки. У природі трапляється в помірних, теплих помірних і субтропічних зонах. *U. pumila* надзвичайно стійкий до холоду і посухи, засолених лужних ґрунтів і забруднення повітря (Ghelardini, 2007). Поширений у південно-східній та центральній Україні, цей вид є одним з найбільш проблемних інвазійних видів азійського походження в південній Європі (Лихолат та ін.,

2022). На Чернігівському Поліссі *U. pumila* є потенційно агресивним видом, адже він здатен до активної інвазії в умовах посухи.

Під час геоботанічних досліджень у жовтні 2022 року *U. pumila* був виявлений вздовж залізничних колій на південно-західній околиці Чернігова. Дерева сягають у висоту 14 – 16 м, мають дуже розвинені крони. Також *U. pumila* домінує у чагарниковому ярусі. Як наслідок, флора трав'яного ярусу є дуже бідною і представленою переважно тіньовитривалими рослинами *Ballota nigra.* Інвазія почалася приблизно 20 років тому, адже нам відомо, що *U. pumila* було висаджено на цій ділянці у кінці 1960-х років, відбувається інвазія за рахунок насіннєвого і вегетативного відтворення.

Наразі відбувається фенологічне спостереження за *Ulmus pumila.* Фенофази залежать від кліматичних та сезонних особливостей того чи іншого регіону, тому паралельно з фенологічним спостереженням проводиться і метеорологічне спостереження. Фенологічне спостереження навесні проводиться щодня, оскільки в цю пору року зміна фаз розвитку протікає найшвидше. Фіксуються основні фенологічні фази і підфази *Ulmus pumila*, а саме: вегетативна фаза (початок сокоруху, набухання бруньок, позеленіння листкових бруньок, розвиток перших листків, розгортання більшої частини листків), бутонізація (набухання квіткових бруньок, формування бутонів, повна бутонізація), цвітіння (початок цвітіння, масове цвітіння, кінець цвітіння), плодоношення (початок утворення перших плодів, початок дозрівання плодів, масове дозрівання плодів, початок опадання плодів, опадання всіх плодів),завершення вегетації (початок зміни забарвлення листків, масова зміна забарвлення листків, початок опадання листків, масовий листопад, опадання більшої частини листків, опадання майже всіх листків), період відносного спокою (Лукаш, 2001).

Шахназарян О.

ФЛОРА СХИЛОВИХ ПАГОРБІВ БОЛДИНИХ ГІР М. ЧЕРНІГОВА

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14013, Україна
e-mail: lenochkashakhnazaryan2912@gmail.com

Shakhnazarian O. HILLSIDE FLORA OF BOLDYNI HORY IN CHERNIHIV CITY. An analysis of the floristic diversity of the complex of hill systems «Boldyni hory» was carried out, the anthropogenic slopes of which, on the one hand, significantly lose species diversity, and, on the other hand, provide recreational stability to the systems. The north and north-west slopes are mainly covered with uniform grassy vegetation the south-east slopes are covered with woody, chaotic, disordered vegetation with predominance of *Quercus robur* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Sambucus nigra* L., *Fraxinus excelsior* L.

Пам'ятка садово-паркового мистецтва - Болдині гори, розташована на правому березі Десни південно-східної околиці міста Чернігова, утворена з 20-35 метрових пагорбів, розгорнутих дугою на південь від заплави річки Стрижень. Перерізані глибокими урвищами і яругами високі кряжі правого берега Десни з геоботанічного ракурсу являють собою комплекс природних систем, які більшою чи меншою мірою підлягають антропогенним впливам. Значне втручання людини спостерігається на північних та північно-західних схилах, а також на вершині гір - плато, де розташовані архітектурні та рекреаційні об'єкти. Флористичні дослідження цих територій ускладнене у зв'язку з систематичним викошуванням трави. Антропогенізовані схили, з одного боку, значно втрачають видову різноманітність, а, з іншого, надають системам рекреаційної стабільності. Якщо північні та північно-західні схили - це, переважно, трав'яниста рослинність, більш-менш рівномірна, то південно-східні - дерев'яниста, хаотична, невпорядкована.

Місцевість, що досліджується лежить на лесових породах, вкритих дерновими та сірими лісовими ґрунтами. Нерівномірність дернових процесів, яка пов'язана з крутизною

схилів, зволоженістю, наявністю органічного матеріалу та інші фактори створюють умови для формування різних рослинних угруповань на південно-східному боці Болдиних гір. Починаючи з північного краю і далі на південь спостерігається збільшення кількості дубів та вишні антипки, залісненість зростає у цьому напрямку. Загалом тут трапляються: *Quercus robur* L., *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Sambucus nigra* L., *Fraxinus excelsior* L., *Crataegus x fallacina* Klokov, *Caragana arborescens* Lam., *Prunus mahaleb* L., *Ulmus glabra* Huds. Поодинокі випадки знаходження *Ulmus carpinifolia* Suckow, *Euonymus europaeus* L., *Juglans regia* L., *Prunus armeniaca* L., *Amelanchier ovalis* Medik., *Carpinus betulus* L., *Acer tataricum* L.

Травянистий ярус утворений переважно *Chelidonium majus* L. та *Impatiens parviflora* DC. Висока частота трапляння *Ballota nigra* L., *Alliaria petiolata* (M.Bieb.) Cavara & Grande, *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm., *Arctium lappa* L., *Artemisia absinthium* L., *Campanula bononiensis* L., *Chenopodium album* L., *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Galium aparine* L., *Geum urbanum* L., *Glechoma hederacea* L., *Humulus lupulus* L., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Lysimachusa nummularia* (L.) Pohl, *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch., *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg., *Torilis japonica* (Houtt.) DC., *Urtica dioica* L., *Ficaria verna* Huds. Зрідка - *Agrostis capillaris* L., *Anchusa officinalis* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv., *Bromus secalinus* L., *Carex praecox* Schreb., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Hordeum spontaneum* K.Koch, Dumort., *Myosotis arvensis* (L.) Hill, *Phlomis tuberosa* L., *Poa bulbosa* L., *Poa trivialis* L., *Verbascum lychnitis* L., *Lappula squarrosa* (Retz.).

У ярі відмічена значна кількість *Veronica chamaedrys* L., що не характерно для інших ділянок. На схилах, де дерев’янистий ярус поступається трав’янистому, трапляється *Stipa capillata* L. Біля сходинок та житлових забудов спостерігаються сліди нітрифікації - починають домінувати *Sambucus nigra* L., *Urtica dioica* L.

Шеванова А.А.

ПРО ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ «ЕКОЛОГІЧНОЇ СТЕЖКИ» В УМОВАХ УРБОЦЕНОЗУ

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65082, Україна
e-mail: kucherenko597@ukr.net

Shevanova A.A. ON THE PROSPECTS OF CREATING AN «ECOLOGICAL TRAIL» UNDER THE CONDITIONS OF URBOCENOSE. The possibility creating an ecological route in the urbocenosis of the district center of Berezivka. 134 species of higher vascular plants from 54 families were found here. Many annual plant species (30.00%). Ruderal (33.58%) plant species dominate in terms of ecological and coenotic timing. There are 12 economically valuable groups. 69.72% of species are synanthropic. It was established that 66.67% of species can be used as examples to illustrate 17 school topics.

Екологічна стежка – вид маршруту, створений із конкретною метою: виховання, відпочинок відвідувачів, збереження природи, навчання та ін. (Дідух, 2000).

У місті Березівка (адміністративний центр району), Одеської області нами розроблено (2018-2022) декілька варіантів екологічного маршруту, які так чи інакше висвітлюють складові різних класів екотопів антропогенних екосистем (Екофлора…, 2000; Кучеренко, Бондаренко, 2000). В урбосередовищі Березівки представлено пасовищні (поблизу річки Тартакай), лісосічні (паркова зона), сіножатні класи екотопів напівприродніх екосистем. А також – селітебні, дорожньо-лінійні класи екотехнічних екосистем. Тут представлені зональні (степові), екстра- та інтразональні типи рослинності. Варіанти маршрутів дають змогу провести порівняльне дослідження природного та антропогенного середовища, вивчити природу перетворюючої людської діяльності та вчитися передбачати різні її наслідки.

Ядро досліджуваної урбанофлори становлять 134 види вищих судинних рослин із 54 родин. Більшість видів флори є синантропними рослинами – 69,72% (Протопопова, 1991). Переважають види адвентивної фракції (46,79%), де, за ступенем натуралізації панують епекофіти – 26,61%. Порівняно багато – ергазіофітів (12,84%), видів, що є «втікачами» з культури. Видів апофітної фракції – 22,94% (більшість є евапофітами – 16,51%).

Показовими візуально, добре вираженими елементами рослин (особливо для школярів) є життєві форми. У флорі міста виявлено практично всі форми спектра, згідно класифікації К.Раункієра (Тищенко, 2021). Значна кількість представлена фанеро- та хамефітами – 30,60%. Група криптофітів (незважаючи на присутність на території міста мілководної артерії – річки Тартакай) є лише геофітами. Значна частка видів (як і більшість синантропних видів рослин) – терофіти (30,00%).

Відповідно до розподілу видів у еколого-ценотичних групах – переважають рудеральні види (33,58%), культивовані (18,66%), а також види природної групи – лучні (14,18%). Такий розподіл є свідченням значного ступеня антропопресії для флори Березівки.

Цікавими, під час проведення екскурсій, є господарсько-значимі групи видів. У флорі Березівки їх представлено 12. Переважають лікарські (74,31%) та вітаміноносні (52,29%) види рослин. Найменш чисельною групою є отруйні види – 13,76%.

Більшість видів можна рекомендувати для шкільних ботанічних екскурсій – 66,67% видів. Вони є перспективними в якості прикладів для 17 тем шкільної програми, переважно для учнів шостого класу (курс «Ботаніка»). А також для учнів молодших класів, при вивченні курсу «Природознавство». Так, використовуючи рослини виду *Picea glauca* (Moench) Voss школярам можна візуалізувати аспекти морфології листка-хвоїнки; розмноження Голонасінних, зокрема будову шишки; сезонність змін у природі (вічнозелена рослина); вплив антропогенного чинника на рослини (стійкість цього виду до міського забруднення), а також – направлену антропогенну еволюцію, коли рослини використовуються для створення особливих паркових ценозів.

Яциків У., Павлишак Я.

АДВЕНТИВНІ ВИДИ СТРИЙЩИНИ

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Т.Шевченка, 24, м. Дрогобич
e-mail:pavlyshak2210@ukr.net

Yatsykiv U., Pavlyshak Y. ADVENTIVE SPECIES OF STRYSHCHYNA. The appearance of adventitious species in the local flora the growth of the phytocenotic role of these species in the formation of plant communities is one of the most undesirable consequences of the anthropic transformation of the arboriginal flora. Adventive species in the flora capture anthropogenically altered places, forming thickets, becoming vicious segetal weeds in the region negatively affecting the conservation of biodiversity, replacing apophyte plant.

Однією з причин поширення та натуралізації адвентивних видів рослин є антропічна трансформація природних екотопів. Практично всі зміни рослинності, які відбуваються нині, мають синантропний характер що призводить до скорочення ареалів багатьох видів, а в деяких випадках і до їх повного зникнення. З кожним роком збільшується кількість і зростає вплив адвентивних видів на навколишнє середовище. Заносні види стають злісними бур'янами, сприяють поширенню шкідників та хвороб сільськогосподарських культур. Зараз спонтанна фракція адвентивної флори України нараховує понад 850 видів судинних рослин (Протопопова, 2006). Тому актуальною проблемою біологічних досліджень є вивчення процесів адвентизації флори та синантропізації рослинного покриву.

Район наших досліджень охоплює територію Стрийського району (с. Гніздичів).

Упродовж 2021-2022 років детально-маршрутним методом проведено обстеження рудеральних екотопів, узбіч автомобільних доріг тощо. Аналіз адвентивних видів проводили за класифікацією Я. Корнася (Kornas, 1968) з доповненнями В. В. Протопопової (Протопопова, 1991).

На основі проведених досліджень виявлено 33 адвентивних види, що належать до 30 родів і 16 родин. Виявлено, що найбільша кількість видів належить до родини *Asteraceae* (11 видів, або 33,3%). Другу позицію займає родина *Poaceae* (5 видів; 15,2 %). На третьому місці родина *Brassicaceae (*4 види; 12,1%). Інші родини представлені невеликою кількістю видів.

За часом занесення, згідно з класифікацією Я.Корнася серед адвентивних видів переважають кенофіти 25 видів (75,8 %) - *Impatiens parviflora* L.*, Solidago canadensis* L.*, Acer negundo* L. тощо. Археофіти – налічують 8 видів, або 24,2 %, наприклад, *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert*, Descurainia Sophia* L., *Lactuca serriola* L. та ін. За ступенем натуралізації серед адвентивних видів помітно переважають епекофіти, що представлені 19 видами й складають 57,6 % від їх загального числа. На ергазіофіти припадає 8 видів, що становить 24,2 % та агріофіти представлені 6 видами (18,2 %). У спектрі життєвих форм переважають терофіти 16 (48,5 %) видів, гемікриптофіти налічують 14 (42,4 %) видів. Найменшою кількістю представлені фанерофіти – 3 видами (9,1 %).

Arciszewski M., Pogorzelec M.

ACTIVE PROTECTION OF ENDANGERED SPECIES OF WILLOWS IN TIMES OF CLIMATE CHANGE

Department of Hydrobiology and Protection of Ecosystems
University of Life Sciences in Lublin
Dobrzańskiego 37, 20-262 Lublin, Poland
e-mail: michal.arciszewski@up.lublin.pl

Climate change is currently a serious threat to the functioning of many valuable populations of both plants and animals. Adaptation to changing conditions is often a lengthy and stressful process, which can lead to the extinction of many taxa. An increase in the Earth’s average temperature causes changes in the functioning of ecosystems and, consequently, the ranges of species are also changing.

The aim of this study is to present the example of the active protection of two endangered relict willow species in Poland: *Salix lapponum* and *Salix myrtilloides*. The experiment was designed to test whether it is possible to restore populations of these species in their historic habitats, and what the short time effect will be.

Two sites were selected in the Poleski National Park (eastern Poland), where *S. lapponum* and *S. myrtilloides* were found years ago. The experiment was conducted in two different types of peatland ecosystems. 48 individuals of each species obtained by micropropagation were introduced to both sites. After a period of one year, the effects of reintroduction were examined. An attempt was also made to determine the influence of biotic and abiotic habitat factors on the success of the process.

Population monitoring carried out one year after reintroduction showed the presence of more than 70% of planted *S. lapponum* individuals and more than 50% of *S. myrtilloides* individuals. The share of plants that survived depended on the type of peat bog on which they grew. The results of the experiment confirm the significant effectiveness of the method of active protection. Differences in the values of the examined physicochemical parameters of the habitats, as well as in the species composition and physiognomy of phytocoenoses were found in both sites. The development of a multi-storey structure in one of studied phytocenoses intensified

competition for light and other environmental resources, which narrowed the potential ecological niche of the reintroduced species.

Kryzhychkovska D.[1], Skóra M.[1], Tymoszuk K.[2], Borański M.[3], Rydzewski H.[4], Jachuła J.[2]

EVALUATION OF PLANTS FOR POLLINATOR-FRIENDLY URBAN GARDENS- THE CASE OF *PHILADELPHUS* SHRUBS

[1] Animal-Plant Interactions Students group, Maria Curie-Sklodowska University in Lublin
Akademicka 19 St., 20-033 Lublin
[2] Maria Curie-Sklodowska University in Lublin, Institute of Biological Sciences
Akademicka 19 St., 20-033 Lublin
[3]The National Institute of Horticultural Research, Konstytucji 3 Maja St. 1/3, 96-100 Skierniewice
[4]Botanical Garden of Maria Curie-Skłodowska University in Lublin
Sławinkowska St. 3, 20-810 Lublin
e-mail: jacek.jachula@mail.umcs.pl

In recent decades, declines in the number and diversity of insect pollinators have been reported worldwide. To counter the phenomenon, several initiatives have been proposed, one of which is to create and improve pollinator-friendly habitats in urban areas. Private gardens, backyards, parks, etc. are suitable for the cultivation of ornamental plants and can contribute to increasing the diversity of food resources for pollinators. However, the challenge is to achieve a trade-off between aesthetic value and suitability of plants for pollinating insects. Therefore, detailed research on the floral rewards, i.e. nectar and pollen offered to insects is necessary.

The study was conducted in the Botanical Garden of Maria Curie-Sklodowska University in Lublin on three *Philadelphus* species: *P. coronarius*, *P. falconeri* and *P. delavayi*. The start of blooming and duration of phenological phases were recorded. During full bloom phase, insect visitors were observed for 3 consecutive days. For the nectar production measurements, on each of 3 shrubs per species, 5 inflorescences were isolated from insect visits. Then, after 4-5 days, nectar was collected with an automatic pipette from 25 flowers into Eppendorf type tubes of known mass. The tubes with nectar were weighted and the sugar content was measured by the Abbe refractometer. The mass of sugars was then calculated per 1 flower and per 1 shrub. To evaluate pollen production, mature unopened anthers were extracted from 15 flowers from each of 3 shrubs per species. The anthers were placed in Eppendorf type tubes of known mass and dried in 35°C. Then, pollen was rinsed from anthers 3 times using 2 ml of 70% ethanol. After evaporation, the tubes were reweighted. The mass of pollen was then calculated per 1 flower and per 1 shrub.

The *Philadelphus* species bloomed from the beginning to the third decade of June. Among insect visitors, honey bees (40-52%), bumble bees (35-41%) and butterflies (15-21%) were observed most frequently. Single visits of solitary bees and beetles were also noted. Per-flower sugar reward varied greatly between the species and ranged from 0.02 mg (*P. falconeri*) to 2.34 mg (*P. coronarius*). The lowest mass of nectar sugars produced by 1 shrub was calculated for *P. falconeri* (0.2 g), while *P. coronarius* and *P. delavayi* yielded 26.8-28.2 mg of sugars/1 shrub. The mass of pollen produced by 1 flower was lowest in *P. falconeri* (0.67 mg), while in *P. delavayi* it was nearly 5 times higher (3.04 mg/flower). Consequently, there were significant differences in the mass of pollen/1 shrub between species. The pollen yield was 7.8 g/1 shrub in *P. falconeri* and 46.2 g/1 shrub in *P. delavayi*.

The ornamental *Philadelphus* species vary greatly in the mass of nectar sugars and pollen offered to insect pollinators. From the studied species, *P. coronarius* and *P. delavayi* should be recommended in insect-friendly urban arrangements. The information presented here can be of high importance for architects, urban and landscape planners.

Łubek-Nguyen A., Nowacka-Jechalke N., Ziemichód W., Olech M.

ENZYME-ASSISTED EXTRACTION IN THE RECOVERY OF BIOACTIVE COMPOUNDS FROM PLANT MATERIAL

Department of Pharmaceutical Botany, Medical University of Lublin
ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin, Poland
e-mail: marta.olech@gmail.com

Enzyme-assisted extraction (EAE) involves the use of hydrolytic enzymes to degrade the cell wall and other cell structures in order to facilitate the elution of metabolites from the natural matrices. Due to the complexity of the structures, in order to increase the elution efficiency of bioactive metabolites, enzymes can be combined into sets targeted at key building compounds. Thanks to their properties, enzymes have found application in various types of industry, such as food, paper or textile. Compared to conventional methods, enzyme-assisted extraction of bioactive compounds, among others, does not require the use of highly specialized and expensive equipment and allows for the reduction of the consumption of toxic solvents or their elimination from the entire process. The method is becoming more and more popular because it is perceived as an ecological and cost-effective improvement of classical or modern extraction methods. The wrinkled rose (*Rosa rugosa* Thunb., Rosaceae) has been used for medicinal and culinary purposes for centuries. It has an abundant pericarp (pseudofruit), which is rich in valuable biologically active metabolites. EAE seems to be ideal for the gentle processing of the plant material with so many pharmacologically active compounds. Therefore, the aim of this study was to assess the effectiveness of EAE in increasing the elution of biologically valuable compounds from rose pseudofruit.

The effectiveness of different enzymes (pectinase, carbohydrase and their mixtures), the effect of temperature (40°C and 50°C) and duration of enzymolysis on the content of compounds in the final extracts were tested. The extraction efficiency was determined, and total content of phenolic compounds, the antioxidant and anti-inflammatory activity was assessed using spectrophotometric methods. Moreover, LC-MS was used for the detailed analysis of rose polyphenols.

It has been shown that the use of a mix of enzymes causes a significant increase in the mass of the obtained extract compared to the control sample (up to 74.74% w/w). Under appropriate conditions, i.e. temperature, enzyme type and enzymolysis time, the amount of released polyphenols increased to 48.09 mg of polyphenols from 1 g of raw material, i.e. 26.88% more compared to the control. Increased antioxidant activity and, with some enzymes, anti-inflammatory activity were observed in the tested samples.

Rydzewski H., Chernetskyy M., Szymczak G.

MICROMORPHOLOGY OF *GALATELLA LINOSYRIS* (ASTERACEAE) LEAVES

Botanical Garden of Maria Curie-Skłodowska University in Lublin
Sławinkowska Str. 3, 20-810 Lublin, Poland
e-mail: botanik@mail.umcs.pl

Galatella linosyris (L.) Rchb.f. (syn. *Aster linosyris* (L.) Bernh., *Crinitaria linosyris* (L.) Less., *Linosyris vulgaris* Cass. ex Less., and other) from the family Asteraceae is an up to 70 cm high perennial plant producing thick underground rhizomes. Its densely leafy erect stems are covered by short thorns and branch only at the top within the inflorescences. The leaves are sessile, linear, single-veined, up to 7 cm long and 2-3 mm wide. The approx. 7 mm long yellow flowers are tubular and hermaphrodite and collected in flower heads, which form pseudo-corymb at the shoot apex (Piękoś-Mirkowa and Mirek, 2006). The flowering period lasts from the second half of July to September, and sometimes until October. The flowers are eagerly visited by insects and provide useful nectar and pollen for wild entomofauna and honeybees (Chernetskyy

et al., 2010). The approx. 3.5 mm long fruits of the plant are small achenes with pappus. The seeds are dispersed by the wind. *G. linosyris* is a subcontinental-submediterranean-Eurasian heliophytic and thermophilic species. It occurs in xerothermic grasslands on calcareous, chalk, gypsum, and loess soils with an alkaline reaction, or less often slightly acidic soils. The species grows in communities of the class *Festuco-Brometea*. The overgrowing of habitats by trees and shrubs as a result of natural ecological succession and the destruction of this plant related to human activity (forestation or plowing of land) lead to disappearance of the species (Cwener and Sudnik-Wójcikowska, 2022). Therefore, it is protected in some countries of its natural range. For example, this plant is under strict legal protection in Poland and has been included in the Polish red list of pteridophytes and flowering plants in the vulnerable [VU] category (Kaźmierczakowa et al., 2016). The aim of the present study was to investigate the micromorphology of *G. linosyris* leaves in terms of its adaptation to ecological conditions.

The research material included typical leaves of *G. linosyris* from the collection of the Polish Flora Department of the Botanical Garden, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin. The plants were brought to the collection from a natural site located in Tarnogóra in the Lublin region. The leaf surface micromorphology studies were carried out with the use of scanning electron microscopy (SEM). Microscopic preparations from fixed leaves were observed in the SEM - BS 500 Tesla.

During shoot development in spring, the leaves of the analyzed species are covered by tomentum noticeable to the naked eye. In turn, mature leaves do not contain this protective cover. Their epidermis along the nerve on both sides of the leaf blade produces 4-celled glandular trichomes with an average length of 47 µm. They consist of a 2-celled glandular structure mounted on a 2-cell stalk. All these cells are located in one row forming a cone-shaped trichome with a rounded apex. The proper epidermal cells viewed from above are slightly convex and polygonal in shape (isodiametric or slightly elongated). The surface of their cuticle is heavily striated and covered by waxy structures of various sizes and irregular shapes. The lower epidermis cells are substantially smaller than the cells of the upper epidermis. The analyzed species has amphistomatic leaves. There are more stomata on the lower side of the leaf blade. The stomatal cells are surrounded by 5 (more rarely 4 or 6) proper epidermis cells. The cuticle of the stomatal cells forms thickened outer cuticular ledges, which rise above closed stomata. The average length of the stomatal cells on the lower side of the leaf is 37.4 µm, but the cells are slightly shorter, i.e. approx. 33.6 µm, on the upper side.

The analysis of the micromorphology of *G. linosyris* leaves revealed the specificity of their structure and confirmed the presence of xeromorphic features, which are adaptations to the conditions of occurrence of the species.

Strzałkowska-Abramek M.[1], Chrzanowska E.[2], Denisow B.[1]

POLLEN PRODUCTION IN THE FLOWERS OF THREE PAEONIA SPECIES

[1]Department of Botany and Plant Physiology, University of Life Sciences in Lublin
Poland, 20-950 Lublin, 15 Akademicka str
[2] Students Research Group of Biologist, University of Life Sciences in Lublin
Poland, 20-950 Lublin, 15 Akademicka str
e-mail: bozena.denisow@up.lublin.pl

Bee pollen is an important product particularly appreciated by consumers. It is used in medicine for therapeutic purposes as alternative drug or in the cosmetology industry. The value of bee pollen is related to the wide range of its ingredients (proteins, fatty acids, vitamins, enzymes, co-enzymes, polyphenols, carotenoid pigments, phytosterols). Promising reports have indicated the anti-oxidant, anti-inflammatory, anti-cariogenic, anti-bacterial, anti-fungicidal, hepatoprotective, anti-atherosclerotic, and immune enhancing potential of bee pollen.

Bee pollen collection is dependent on environmental resources. The present study focused on the pollen production potential in three *Paeonia* species (*P. suffruticosa* Andrews*, P. wittmanniana* Hartwiss ex Lindl., *P. officinalis ssp. microcarpa* Nyman).

The study was conducted in 2021-2022. The analyzed plants originated from the collection in UMCS Botanical Garden in Lublin.

The flowers of all the *Paeonia* species studied are multi-staminate. The number of anthers per flower varied considerably between the species and the years of study. The highest number of anthers was established for the flowers of *P. wittmanniana* (mean =*278.4*). Within the species, the number of anthers differed depending on the flowering stage. The potential for pollen production depends on the species and corresponds to the number of anthers and pollen production in anthers. High pollen production was found in the flowers (range: 0.35-0.47 g/flower). Moreover, the pollen production is changeable between flowering seasons. *Paeonia* pollen is willingly collected by insects, mainly honey bees, which suggests that *Paeonia* pollen can complement their pollen food resources and can potentially serve as a bee pollen component.

Tymoszuk K.[1], Wrzesień M.[1], Jachuła J.[2], Strzałkowska-Abramek M.[3], Denisow B.[3]

EARLY SPRING POLLEN RESOURCE IN SEVERAL ORNAMENTAL SPECIES

[1] Maria Curie-Sklodowska University in Lublin, Institute of Biological Sciences
Akademicka 19 St., 20-033 Lublin
e-mail: karolina.tymoszuk@mail.umcs.pl, malgorzata.wrzesien@mail.umcs.pl
[2]The National Institute of Horticultural Research
Konstytucji 3 Maja St. 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: jacek.jachula@inhort.pl
[3]University of Life Sciences in Lublin, Faculty of Environmental Biology
Akademicka 13 St., 20-950 Lublin
e-mail: bozena.denisow@up.lublin.pl, monika.strzalkowska@up.lublin.pl

One of the factors that affect the diversity and abundance of pollinating insects is the amount of available food. Early spring is a period when many bee species establish nests and/or begin raising offspring and the availability of food at this time determines the size of bee populations. Yet severe food shortages for bees were identified in Europe in March and beginning of April. One of the measures to improve the well-being of pollinating insects is to enrich food resources by sowing/planting nectar- and pollen-producing species. However, it requires detailed knowledge on amount of offered reward and attractiveness to insect pollinators.

The study was conducted in 2021-2022 in the Botanical Garden of Maria Curie-Sklodowska University in Lublin. Twelve plant species were investigated: *Eranthis hyemalis*, *Galanthus nivalis*, *Leucojum vernum*, *Scilla siberica*, *Scilla bifolia*, *Gagea lutea*, *Chionodoxa luciliae*, *Pulsatilla vulgaris*, *Anemone nemorosa*, *Hepatica nobilis*, *Crocus* sp. and *Hyacinthus* sp. Flowering phenology, pollen yields and spectrum of insect visitors were assessed.

The earliest flowering species, i.e. from the first half of February, were *E. hyemalis* and *G. nivalis*. The longest flowering period (from late March to the first half of May) was recorded for *F. verna* and *A. nemorosa.* Among the studied taxa, flowers of *P. vulgaris* offered the highest mass of pollen (on average 7.85 mg/flower). The lowest pollen yield was calculated for *L. vernum* (mean = 0.29 mg/flower). Flowers of all species were visited mainly by honey bee (*Apis mellifera*), solitary bees and bumblebees (*Bombus* spp.), which collected pollen during favorable weather conditions.

Ornamental plants flowering in early spring can enrich pollen food resources for pollinating insects and should be included in plantings in home gardens and urban green spaces.

Wróbel-Szkolak J.[1], Cwener A.[2,3], Komsta Ł.[1]

FINGERPRINTING OF POLISH GRASS PHYTOCHEMICAL COMPOSITION BY MEANS OF THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY COMBINED WITH NOVEL HYPERSPECTRAL IMAGING

[1]Department of Medicinal Chemistry, Medical University of Lublin
Jaczewskiego 4, 20-090 Lublin, Poland
[2]Department of Pharmaceutical Botany, Medical University of Lublin
Chodzki 1, 20-093 Lublin, Poland
[3]Botanical Garden of Maria Curie-Skłodowska University in Lublin
Sławinkowska 3, 20-810, Lublin, Poland

70 species of grasses family (Poaceae), coming from genera: *Agrostis, Alopecurus, Anthoxanthum, Apera, Arrhenatherum, Avena, Brachypodium, Briza, Bromus, Calamagrostis, Corynephorus, Cynosurus, Dactylis, Danthonia, Deschampsia, Digitaria, Echinochloa, Elymus, Eragrostis, Festuca, Glyceria, Helictotrichon, Hierochloe, Holcus, Hordeum, Koeleria, Leymus, Lolium, Milium, Molinia, Nardus, Panicum, Phalaris, Phleum, Phragmites, Poa, Saccharum* and *Setaria* were analyzed with thin-layer chromatography. Almost all samples came from natural stands in Poland, collected during 2020 season. The plates were then photographed in hyperspectral range using own in-house constructed equipment based on inexpensive no-name microscope camera. The modification was based on removing the existing IR-Cut filter and writing own software in Python. 11 combinations of illumination (254 nm, 366 nm, white light), together with various filters (no filter, IRCut, UV, cobalt glass, IR pass) were used to register RGB HDR images of the same plate. It was concluded that resulting 33 channels in image can be compressed to 5-6 principal components and then visualized separately as gray-scale images or artificially colored images (our new approach called PCACI - Principal Component Artificial Colouring of Images). The infrared region added novel orthogonal information to the registered data, not redundant with visible region. Resulting data can be further processed with known comparative techniques such as Principal Component Analysis or Hierarchical Cluster Analysis.

Zherebylo V.

SYSTEMATIC STRUCTURE OF THE FLORA OF THE KHORUNZHIV HYDROLOGICAL RESERVOIR (KREMENCHUTSKY DISTRICT, POLTAV REGION)

Kharkiv National University named after V.N. Karazin
Svobody, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine
e-mail: vladazherebilo15072001@gmail.com

In the modern world, there is an increase in anthropogenic influence on natural ecosystems, which makes research on the identification and preservation of biotic diversity, ensuring the protection of rare plant species, urgent. Protected areas, such as nature reserves of local and state importance, play a significant role in solving the task of preserving biodiversity. The hydrological reserve of local importance «Khorunzhivskyi» with an area of 25 hectares was created by the decision of the Poltava Regional Council dated 20.12.1993 to preserve valuable wetlands with typical flora and fauna. The reserve is located near the village. Omelnyche is in the valley of the Rudka River (Kremenchutsky district, Poltava region) and has been exposed to significant anthropogenic influence for a long time due to the intensive recreational and agricultural use of this territory.

According to the results of expedition trips to the reserve, 95 species of plants belonging to the department Magnoliophyta, 2 classes, 19 orders, 29 families and 78 genera were discovered. The main features of the systematic structure of the flora are reflected by the spectrum of 10 leading families, which unite 71% of the species. The largest number of species is represented by Asteraceae - 25 species (26%), Fabaceae - 11 species (12%) and Poaceae - 10 species (11%).

The fourth place in the spectrum is occupied by Lamiaceae (4 species, 4%), which indicates a low floristic diversity of hygrophytic coenoses. The less numerous Amaranthaceae, Apiaceae, Onagraceae, Polygonaceae, Plantaginaceae, Ranunculaceae, respectively, occupy the last places in the spectrum and include 3 species in each family. Other families are represented by only one species. This distribution of families is characteristic of herbaceous phytocenoses of the Holarctic floral kingdom. A significant number of aster species in the composition of the flora can be explained by their large number among weeds that penetrate into the studied territory from the fields and dirt roads passing near the reserve.

According to the results of the fractional analysis of the flora, it was established that the share of natural together with protected species is 48%, adventitious species - 17%. We noted only one regionally rare species - Goniolimon tataricum (L.) Boiss., which has a small distribution in the studied area and grows mostly singly in open areas of meadows. The number of apophytes is 33 species (35% of their total number). Based on the results of the analysis of the adventitious fraction of the flora, it was established that 16 alien plant species grow in the study area, which is 17% of the total number of species. According to the introduction time, 7 species are chenophytes, plants that were introduced to the territory of Ukraine after the 15th century, and 9 species are archaeophytes. According to the method of introduction, it was established that 3 species got into natural phytocenoses randomly and are xenophytes, the other 3 species were brought to the territory of Ukraine intentionally as introducers - ergasiophytes. According to the degree of naturalization, 11 species are epecophytes, which have completely naturalized on anthropogenic ecotopes, the other 2 species with a weak degree of naturalization, which sometimes appear in small numbers in different places, are ephemerophytes. Most alien species grow in open areas of meadow-flood phytocenoses.

ГЕНЕТИКА ТА БІОТЕХНОЛОГІЯ
GENETICS AND BIOTECHNOLOGY

Бархатова А., Ющук О., Федоренко В.

СКРИНІНГ ПОТЕНЦІЙНИХ САЙТІВ ІНТЕГРАЦІЇ ФАГА φC31 В ГЕНОМАХ АКТИНОБАКТЕРІЙ

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. SCREENING THE PUTATIVE *ATTB* SITES FOR ΦC31 ACTINOPHAGE IN ACTINOBACTERIAL GENOMES. φC31 is a temperate bacteriophage with broad host-specificity in bacteria belonging to the genus Streptomyces. Plasmids utilizing the φC31 integration system became a widely applied tool in genetics of streptomycetes and other actinobacteria. In current work we decided to screen public available genomes of validly described species from phylum *Actinomycetota*, searching for *SCO3798* orthologues (this latter gene carries φC31 *attB* site in model *Streptomyces coelicolor*). *SCO3798* orthologues, and, consequently, putative φC31 *attB* sites were discovered in 2363 genomes of 2890 analyzed.

φC31 – це помірний бактеріофаг з широкою специфічністю до господарів у видів роду *Streptomyces.* Ці фаги утворюють лізогенні культури, інтегруючись сайт-специфічно в ділянки *attB*, розташовані в межах окремих структурних генів, які картуються в консервативній коровій ділянці лінійних хромосом стрептоміцетів. Вектори, побудовані на системі інтеграції фага φC31, інтегруються в сайт *attB*, розташований у гені, що

кодує білок подібний до пірину (*SCO3798* у *Streptomyces coelicolor*); такі плазміди є найпоширенішими інтегративними векторами, що використовуються для експресії генів в представників роду *Streptomyces* (Lomovskaya, 1980). Інтеграза з помірного фага φC31 є найбільш вивченим представником великих серинових рекомбіназ. Саме ця інтеграза і каталізує рекомбінацію *attP/attB* (інтеграцію) з утворенням *attL* і *attR* (Thorpe, 2000). Цей фермент є високоспецифічним, зокрема працює в гетерологічному господарі (*Escherichia coli*) і в реакціях *in vitro*, та застосовується в геномній інженерії різних організмів.

Як вже зазначалося вище, вектори, побудовані на системі інтеграції фага φC31, широко застосовуються для експресії генів у стрептоміцетів, а також знайшли своє застосування і в представників інших родів актиноміцетів. Однак, систематичний аналіз сайтів *attB* в актиноміцетів дотепер не проводився. Тому, нашим завданням було детально дослідити геномні послідовності актинобактерій на наявність ймовірних сайтів інтеграції фага φC31, що свідчило б про можливість застосування в них векторів, побудовані на системі інтеграції фага φC31.

Для цього ми створили «offline» базу даних для геномів усіх валідно-описаних видів, що належать до класу *Actinomycetota* (і які доступні в базі даних GenBank). Далі, за допомогою програмного забезпечення Geneious 4.8.5 та функції Custom Blast був проведений аналіз геномів 21-го ряду класу *Actinomycetota*, а саме: *Acidothermales, Actinomycetales, Bifidobacteriales, Catenulisporales, Cryptosporangiales, Frankiales, Geodermatophilales, Glycomycetales, Jatrophihabitantales, Jiangellales, Kineosporiales, Kitasatosporales, Micrococcales, Micromonosporales, Motilibacterales, Mycobacteriales, Nakamurellales, Propionibacteriales, Pseudonocardiales, Sporichthyales, Streptosporangiales*. Як запит для пошуку потрібної ділянки геному було взято нуклеотидну послідовність гена *SCO3798* із *Streptomyces coelicolor*. Із 2890-та досліджених послідовностей геномів, бажаний сайт інтеграції був знайдений у 2363-ьох із них. Також під час цього дослідження виявилось, що цей сайт наявний у представників кожного дослідженого ряду.

Отримані результати свідчать про універсальність векторів, побудованих на системі інтеграції фага φC31, які, найімовірніше, можна застосувати для експресії генів у переважній більшості актиноміцетів.

Бачинська Б., Голуб Н., Боднар Л., Горбулінська С.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОГО ФІТО-ТА ЦИТОТОКСИЧНОГО ЕФЕКТУ ВОДИ З РІЧКИ ЗУБРА

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: bbvua12@gmail.com

Bachynska B., Holub N., Bodna L., Gorbulinska S. THE STUDY OF POSSIBLE PHYTO- AND CYTOTOXIC EFFECT OF WATER FROM ZUBRA RIVER. Zubra River which belongs to the Dnister river basin is contaminated with household sewage from the sewage network of district. The aim of our work was to determine the possible phyto- and cytotoxic effect of water from the Zubra river using *Allium cepa* test. We found that water samples from this river collected in October 2022 near the Shuvar market show low phytotoxicity (index of phytotoxicity was equal to 10,5%) and cytotoxicity (mitotic index decreased to 15,2 % compared to 20,4 % in the control) on the root meristem of *Allium cepa*.

Зубра – невелика річка басейну Дністра, що бере свій початок у Сихівському районі м. Львова. У межах міста від вулиці Хуторівка до вулиці Гната Хоткевича вона забруднюється побутовими стоками із каналізаційної мережі Львова, при чому в окремих випадках обсяг стічних вод може бути більшим за власний об’єм стоку річки (Цвілинюк, 2016). За результатами моніторингу стану навколишнього середовища Львівської області

у четвертому кварталі 2022 року в зразках води з річки Зубра було виявлено перевищення ГДК за такими показниками як завислі речовини, залізо загальне, аміак та амонійний азот, нітрити, фосфати, при чому перевищення перших двох показників фіксують регулярно щонайменше з 2016 року (https://deplv.gov.ua/potochni-rezultaty, 2022).

Метою нашої роботи було визначення можливого фіто- та цитотоксичного ефекту води з річки Зубра за допомогою *Allium cepa*- тесту. Об’єктом дослідження були зразки води з річки Зубра, відібрані поблизу ринку Шувар у жовтні 2022 року. Контролем слугувала дистильована вода. Фітотоксичність зразка води оцінювали індексом фітотоксичності $IF_{\%}$: $IF_{\%} = (M_C - M_D)x100\%/M_C$, де M_C –величина тест-реакції у контролі, M_D – величина тест-реакції у досліді. Для цього цибулини *Allium cepa* пророщували у ємностях зі зразком за температури 25°C. На п’яту добу проводили вимірювання активності росту корінців у досліді та контролі (по п’ять повторів і три повторюваності). Цитотоксичність зразка оцінювали мітотичним індексом ($MI_{\%}$). Для цього виготовляли тимчасові цитологічні препарати меристем корінців цибулі. Для виготовлення препаратів корінці обрізали через 72 години і фіксували в розчині етанолу та оцтової кислоти у співвідношенні 3:1. Фарбування препаратів проводилося 2% орсеїном за стандартною методикою. Загальний мітотичний індекс ($MI_{\%}$) визначали за відношенням клітин у стані поділу до загальної кількості клітин.

Нами було виявлено статистично достовірну різницю між показниками росту корінців цибулі у досліді та контролі. Так, середній показник довжини кореня у досліді становив 17,8 ± 0,65 мм, а у контролі 19,9 ±0,74мм. Індекс фітотоксичності $IF_{\%}$ дорівнював 10,55%, що свідчить про низьку фітотоксичну дію досліджуваних зразків. Також нами виявлено достовірне зниження мітотичного індексу у досліді (15,2%) порівняно з контролем (20,4%). Слід зазначити, що профазний індекс у досліді був вищим (15%), ніж у контролі (9,4%), що свідчить про затримку перебігу процесів у профазі.

Отже, можна зробити висновок, що зразки води з річки Зубра, відібрані у жовтні 2022 року поблизу ринку Шувар, проявляють низьку фітотоксичну (IF дорівнював 10,5%) та цитотоксичну (MI знижувався до 15,2% порівняно з 20,4% у контролі) на меристему корінців *Allium cepa.*

Ведибіда О., Ющук О., Федоренко В.

ГЕНИ СТІЙКОСТІ ДО ГЛІКОПЕПТИДНИХ АНТИБІОТИКІВ У *ACTINOKINEOSPORA AURANTICOLOR DSM 44650*

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

Vedybida O., Yushchuk O., Fedorenko V. GENES OF RESISTANCE TO GLYCOPEPTIDE ANTIBIOTICS OF THE KINEOMYCIN PRODUCENT *ACTINOKINEOSPORA AURANTICOLOR DSM 44650.* Glycopeptides (GPAs) are a clinically successful class of antibiotics able to terminate cell wall biosynthesis in Gram-positive bacteria. GPA resistance genes are found either in producing actinobacteria or in pathogens. It is important to investigate GPA resistance genes in producers since they are likely the primary source of the resistance genes found in pathogens. Herein we present the results of bioinformatics analysis aimed to search for glycopeptide resistance genes in *Actinokineospora auranticolor* DSM 44650 genome. The latter strain is a novel promising producer of glycopeptide antibiotics. We show that biosynthetic gene cluster-situated GPA resistance genes are the only ones present in the *A. auranticolor* DSM 44650 genome.

В епоху мультирезистентності бактерій до різних антимікробних препаратів, важливо вивчати механізми резистентності до різних класів антибіотиків, оскільки в майбутньому це дозволить нам створювати нові синтетичні або напівсинтетичні антибіотики, які зможуть обходити ці механізми резистентності. Глікопептидні антибіотики належать

до клінічно-важливого класу антимікробних сполук, що здатні пригнічувати біосинтез клітинної стінки Грам-позитивних бактерій. Відповідно, гени стійкості до глікопептидів необхідні актиноміцетам-продуцентам цих сполук для самозахисту; від актиноміцетів гени стійкості до глікопептидів потрапляють в ґрунтовий метамобілом, звідки поширюються до патогенних штамів Грам-позитивних бактерій. Відповідно, вивченні генів стійкості до глікопептидів у актиноміцетів-продуцентів може надати важливу інформацію про функціонування цих генів у патогенів.

Actinokineospora auranticolor DSM 44650 є потеційним продуцент нового глікопептидного антибіотика. Ми виявили, що в *A. auranticolor* DSM 44650 гени стійкості до глікопептидів (або *van* гени) локалізовані гени поруч із кластером генів біосинтезу (КБГ) глікопептидного антибіотика. Зокрема це оперон *vanHAX*, що кодує лактат дегідрогеназу (VanH), яка перетворює піруват на d-лактат, d-Ala-d-Lac лігазу (VanA) і d,d-дипептидазу (VanX); ген *vanY,* що кодує d,d-карбоксипептидазу; оперон *vanRS,* що кодує двокомпонентну регуляторну систему, де *vanS* кодує сенсорну гістидинову кіназу, яка реагує на наявність глікопептидних антибіотиків і фосфорилює регулятор відповіді *vanR*, який запускає експресію решти *van* генів,

У продуцентів глікопептидів гени стійкості до цих антибіотиків також знаходять за межами КБГ. Проаналізувавши геном *A. auranticolor* DSM 44650 ми виявили додаткових ортологів двокомпонентної системи *vanRS*. Гени *vanHAX* і *vanY* також були унікальними в геномі *A. auranticolor* DSM 44650. Проте, поза кластером генів біосинтезу (КБГ) глікопептидного антибіотика, на відстані 1,072 млн.п.н., ми знайшли додатковий ген *vanZ* (що кодує другорядний білок стійкості до глікопептидів). Для того, щоб зрозуміти, чи корелює наявність *van* генів із присутністю КБГ глікопептидів у інших *Actinokineospora* spp., проаналізовано додаткові геноми представників цього роду. Всього проаналізовано 14 геномів, що належали таким штамам: *A. alba* DSM 45114*, A. baliensis* DSM 45656*, A. bangkokensis* 44EHW*, A. cianjurensis* DSM 45657*, A. diospyrosa* DSM 44255*, A. enzanensis* DSM 44649*, A. fastidiosa* JCM 3276*, A. globicatena* DSM 44256*, A. inagensis* DSM 44258*, A. iranica* IBRC-M 10403*, A. pegani* TRM 65233*, A. spheciospongiae* EG49*, A. terrae* DSM 44260 і *A. xionganensis* HBU206404. У кожному проаналізованому геномі, за винятком *A. inagensis* DSM 44258*,* ми виявили *van* гени, хоча КБГ глікопептидів були відсутні. Це свідчить про те, що гени стійкості до глікопептидів могли бути передумовою для появи КБГ глікопептиду в геномі *A. auranticolor* DSM 44650. В подальшій роботі ми плануємо експериментально вивчити властивості генів стійкості до глікопептидних антибіотиків у *A. auranticolor* DSM 44650.

Град М., Роман І., Федоренко В., Громико О.

БІОІНФОРМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ КЛАСТЕРІВ ВТОРИННИХ МЕТАБОЛІТІВ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *UMEZAWAEA*

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

Hrad M., Roman I., Fedorenko V., Gromyko O. BIOINFORMATIC ANALYSIS OF CLUSTERS OF SECONDARY METABOLITES OF THE GENUS *UMEZAWAEA.* The genus *Umezawaeae* synthesizes Umezawamides A and B (*Umezawaea sp*. RD066910) and Formicamycin (*Umezawaea tangerina*). AntiSMASH analysis of the 4 selected strains revealed that *Umezawaea Da 62-37* has the highest number of clusters - 52, including the cluster of γ-butyrolactone, which is not present in other strains. Common clusters such as tetramycins, lantipeptides, indoles, and NRPS/NAPAA-independent synthetases were identified in all strains.

Актиноміцети – це група мікроорганізмів, що синтезують значну кількість біологічно активних речовин, в тому числі антибіотиків, які здатні пригнічувати ріст патогенних бактерій

та грибів. Антибіотики актиноміцетного походження відіграють важливу роль в медицині та ветеринарії. Однак, вони не стали панацеєю в лікуванні інфекційних захворювань, оскільки їх використання призвело до стрімкого розвитку резистентних бактерій. Щорічно у Європі помирає понад 33 тисячі пацієнтів від внутрішньолікарняних бактеріальних інфекцій. Одним з тимчасових рішень є відкриття нових антибіотиків і застосування їх допоки не виникне резистентності. Пошук нових антибіотиків – комплексний процес, який ускладнений повторним відкриттям вже описаних антибіотиків. Один зі способів подолання цієї проблеми – це дослідження рідкісних родів актиноміцетів. В поле нашого зору потрапив рід *Umezawaea,* до якого відносять 3 види. Представники цього роду продукують умезаваміди А та В (*Umezawaea sp. RD066910)*, а також формаміцин (*U. tangerina*). Однак, величина геному дозволяє припустити високий синтетичний потенціал цього роду.

Для проведення біоінформатичного аналізу біосинтетичних генних кластерів (БГК) було відібрано 3 типові штами *U. endophytica, U. tangerina, U. beigongshangensis* і штам *Umezawaea sp*. Da 62-37*,* раніше виділений нами з острова Галіндез, морська Антарктида (Tistechok. 2021). З використанням програми antiSMASH (7- версія) (Blin et al. 2021) ми встановили, що геном *U. endophytica* має 48 БГК, *U. tangerina* - 41, *U. beigongshangensis* – 20. Цікавим виявилося те, що у геномі *Umezawaea* Da 62-37 виявлено найбільшу кількість БГК - 52, що може свідчити про високий потенціал цього мікроорганізму для синтезу біологічно активних речовин. У всіх штамів виявлені кластери терпенів, лантипептидів, індолів, NRPS і NAPAA. Зокрема, штам Da 62-37 має кластер - γ-бутиролактону, який не зустрічається у інших штамів. У досліджуваних штамах ідентифіковано БГК з високою гомологією: *U. tangerina* – геосміни, ізоренератени, ε-полі-L-лізини, 2-метилізоборнеоли; *U. endophytica* – алкілрезорциноли, 2-метилізоборнеоли, томайміцини, ристоміцини А, бафіломіцини В1, ε-полі-L-лізини, геосміни; *U. beigongshangensis* – ε-полі-L-лізини, геосміни, еритроміцини; *Umezawaea* sp. Da 62-37- мініміцини, геосміни, ізоренератени, макротерміцини, ε-полі-L-лізини, еритроміцини Ery-9/Ery-6/Ery-8/Ery-7/Ery-5/Ery-4/Ery-3. Також ми виявили низку низькомолекулярних БГК, які можуть бути задіяні в синтезі потенційно нових сполук, а саме 31 БГК в геномі *U. endophytica*, 32, *U. tangerina*, 13 - *U. beigongshangensis* та 35 БГК – *Umezawaea sp.* Da 62-37.

Отримані результати доводять значний нерозкритий потенціал актиноміцетів рідкісного роду *Umezawaea* до продукції широкого спектру біологічно активних речовин, серед який з високою імовірність є ще не розкриті.

Дубан Р.[1], Степанишин А.[1], Ющук О.[1], Рюкерт К.[2], Буше Т.[2], Каліновські Й.[2], Федоренко В.[1]

АНАЛІЗ КЛАСТЕРІВ ГЕНІВ БІОСИНТЕЗУ ВТОРИННИХ МЕТАБОЛІТІВ В ГЕНОМАХ ҐРУНТОВИХ ІЗОЛЯТІВ STREPTOMYCES SP. LEO-A14 І STREPTOMYCES SP. LEO-V104

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
[2]Білефельдський університет, Sequenz 1, м. Білефельд, 33615, Німеччина
e-mail: dubanroksolana@gmail.com

Duban R., Stepanyshyn A., Yushchuk O., Rückert C., Busche T., Kalinowski J., Fedorenko V. SCREENING OF SECONDARY METABOLITES BIOSYNTHETIC GENE CLUSTERS IN GENOMES OF STREPTOMYCES SP. LEO-A14 AND STREPTOMYCES SP. LEO-V104. The rapid spread of antibiotic resistance makes many classes of antimicrobials obsolete, requiring a constant search for novel antibiotics. Streptomycetes are a prolific source of novel natural products and one way of discovering novel antibiotics is to search for novel *Streptomyces* spp. In our previous work, we have characterized two novel soil isolates (obtained from garden

soil from Lviv, Ukraine) as *Streptomyces* sp. Leo-V104 and *Streptomyces* sp. Leo-A14; both strains exhibited potent antimicrobial properties. In this work, we have sequenced the genomes of these two strains and characterized putative biosynthetic gene clusters discovered therein.

Антибіотики є природними або синтетичними молекулами, що пригнічують або припиняють ріст і розмноження мікроорганізмів. Найбільшим джерелом природних антибіотиків є актиноміцети, які належать до типу *Actinomycetota*. Актиноміцети є продуцентами 14 класів природних антибактеріальних засобів, які використовуються в клініці. Важливим є пошук нових видів стрептоміцетів, що потенційно здатні до продукції нових антибіотичних сполук.

У попередній роботі ми повідомляли про два штами, які були виділені зі зразків ґрунту, зібраних у Львові. Вони були названі Leo-V104 і Leo-A14, а визначення послідовності генів 16S рРНК дозволило віднести їх до роду *Streptomyces*. Штами володіли морфологією типовою для стрептоміцетів і антимікробними властивостями проти *Debaryomyces hansenii* (*Saccharomycetales*), *Streptomyces albus* (Грам-позитивна бактерія), *Escherichia coli* (Грам-негативна), *Bacillus subtilis* (Грам-позитивна), *Acinetobacter johnsonii* (Грам-позитивна) і *Proteus vulgaris* (Грам-позитивна). Антибіотична активність залежала від середовища, а найкращі антимікробні властивості спостерігалися на середовищах ISP6, R5 і TM1.

У цій роботі ми секвенували і проаналізували геноми *Streptomyces* sp. Leo-V104 і sp. Leo-A14. Пошук потенційних КБГ було здійснено за допомогою antiSMASH 6.0. У геномі *Streptomyces* sp. Leo-V104 виявлено 44 ділянки, гени яких схожі до КБГ відомих сполук. Три з цих потенційних КБГ привернули нашу увагу через значну подібність до КБГ антибіотика стрептотрицину, потужного інгібітора панкреатичної ліпази людини ліпстатину і лінійного полікетиду кірроміцину (подібність становила 87%, 92% і 84%, відповідно). У геномі *Streptomyces* sp. Leo-A14 виявлено 52 потенційних КБГ, три з яких також привернули нашу увагу. Перший потенційний КБГ володів 75% подібністю до КБГ флавіоліну, який є нафтохіноновим пігментом. Знову ж таки, геном *Streptomyces* sp. Leo-A14 містив КБГ подібних до КБГ стрептотрицину (83%). Нарешті, третій із обраних КБГ виявився на 72% схожий до метаболіту феназинового типу есмеральдину.

Ми припускаємо, що антибіотичні властивості *Streptomyces* sp. LEO-A14 і *Streptomyces* sp. LEO-V104, є наслідком продукції, зокрема, хлоротрицину або подібних до нього сполук. Така різноманітність КБГ в геномах LEO-A14 і LEO-V104 сприятиме подальшому експериментальному дослідженню вторинних метаболомів цих штамів.

Зайцева І.[1], Броннікова Л.,[1,2]

ІОНИ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ IN VITRO: НОВІ ІДЕОЛОГІЇ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ГЕНЕТИЧНО ЗМІНЕНИХ ФОРМ РОСЛИН

[1]Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
проспект Гагаріна, 72, м. Дніпро, 49010, Україна
[2] Інститут фізіології рослин і генетики НАН України
вул. Васильківська, 31/17, м. Київ, 03022, Україна
e-mail: Zlenko_lora@ukr.net, irinaza.ldfr@gmail.com

Zaitseva I. Bronnikova L. HEAVY METAL IONS IN VITRO: NEW IDEAS FOR OBTAINING GENRTICALLY CHANGED PLANT FORMS The organism peculiar features depend on genetic changes. There was proposed the idea using the cell selection with heavy metal ions for obtaining genetically changed plant forms. The creation of selective system with lethal doses of Ba^{2+} and Cd^{2+} was the object of the investigation. Cd^{2+}-resistant and Cd^{2+}-resistant lines challenged salinity and water stress. Tobacco regenerants R0 and R1 progeny grew under *in vitro* salinity pressure or *in vivo* drought. Cell selection with HMI guarantees the obtaining of forms with high level of osmotoresistance.

Рослини можуть адаптувати свою програму розвитку відповідно навколишнім умовам. При цьому, організми з підвищеним рівнем стійкості повинні мати особливий рівень взаємозв’язку, які координуються різноманітні типи реакції на стрес. Очевидно, що в основі реалізації цього феномену покладені генетичні причини.

Дефіцит рослинних форм з підвищеним рівнем стрес - чутливості стає більш гострим, не дивлячись на чисельні зусилля та капіталовкладення. Тому, проблема потребує суттєвої модифікації в біотехнології.

Генетичні зміни, які підвищують стійкість в інтактній рослині, а також що відбуваються в результаті культивування *in vitro*, стають ключовими. У випадку створення адекватної селективної системи та вибору стрес-модифікуючого агента, метод може стати приорітетним для отримання клітин з унікальними характеристиками.

Нами було запропоновано задіяти іони важких металів (ІВМ) в клітинній селекції. Зокрема, використовувати властивості іонів Ba^{2+} та Cd^{2+} для відбору форм стійких до засолення та водного дефіциту. Відомо, що катіони Ba^{2+} є інгібіторами переміщення іонів K^{+}; катіони Cd^{2+} суттєво впливають на транспорт води в клітину.

На селективних середовищах, що містили летальні для клітинних культур дози катіонів Ba^{2+} та Cd^{2+}, були відібрані клітинні лінії тютюну, сої, пшениці з комплексною стійкістю. Ba-стійкі лінії рослин витримували летальне засолення (солі морської води). Cd-стійкі варіанти росли в умовах водного стресу (маніт). Частота відбору стійких варіантів не перевищувала 10^{-6}, що свідчить на користь генетичних змін. Бажаний показник зберігався у стійких ліній при довільній зміні умов вирощування.

Регенеранти R0 та насіннєве покоління R1 тютюну також були стійкими до осмотичних стресів *in vitro* та *in vivo*. Клітинна селекція з використанням ІВМ може стати перспективним методом отримання форм з підвищенним рівнем осмостійкості.

Катрій В.Б.[1], Великожон Л.Г.[1,2], Сливка Л.В.[1], Моргун Б.В.[1,2]

ДЕТЕКЦІЯ ГЕНА *SBEIIA,* ЯКИЙ ДЕТЕРМІНУЄ ПІДВИЩЕНИЙ ВМІСТ АМІЛОЗИ В ЗЕРНІВКАХ ПШЕНИЦІ

[1]Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, 03022, м. Київ
вул. Васильківська, 31/17
[2]Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, 03143
м. Київ, вул Академіка Заболотного, 148
e-mail: katriy.vlad@gmail.com

Katrii V.B., Velykozhon L.G., Slyvka L.V., Morgun B.V. DETECTION OF *SBEIIA* GENE, WHICH DETERMINES INCREASED AMYLOSE CONTENT IN WHEAT GRAINS. Based on modern achievements of molecular genetics, the so-called marker-assisted selection is actively implemented in plant breeding of many cultures. We used molecular genetic analysis of wheat hybrids to determine the *SBEIIa* gene, which correlates with the *HAW* trait. Two groups of wheat were researched, which differed from each other according to the method of breeding selections. We were identification 17 and 11 hybrid forms of wheat with an increased level of amylose in starch.

Заснована на сучасних досягненнях молекулярної генетики, так звана, маркер-допоміжна селекція (marker-assisted selection, MAS) активно втілюється у селекційний процес багатьох культур. Хлібопекарські якості пшеничного борошна в значній мірі залежать від фізико-хімічних властивостей крохмалю. Вони визначаються співвідношенням його компонентів – амілози й амілопектину. Зазвичай вміст амілози складає 20–25 % від загальної маси крохмалю, в той час як амілопектину – 70–75 %. Однак харчовий статус крохмалю зерна сучасних сортів звичайної пшениці доволі низький, тому його поліпшення (як і будь-якого іншого зернового) у бік підвищення вмісту амілози має важливе значення.

Пшеницю з підвищеним співвідношенням амілози позначають як HAW (high-amylose wheat).

Метою нашої роботи було проведення молекулярно-генетичного аналізу гібридів пшениці на присутність алеля *SBEIIa,* який визначає високий вміст амілози Цільовий локус, несе нуклеотидну послідовність гена *SBEIIa*, експресія якого впливає на біосинтез та накопичення крохмалю у зерні, сприяє збільшенню вмісту амілози. Для розробки оптимальної системи аналізу селекційних ліній пшениці було підібрано декілька полімеразних ланцюгових реакцій (ПЛР) у відповідності до структури експериментальної трансгенної конструкції. Це ПЛР на наявність гена *SBEIIa* (гена синтезу глюканрозгалуджуючого ферменту), *bar* гена (гена стійкості до фосфінотрицину) та референтного гена пшениці *TaTM20* (білка-транспортера іонів металів пшениці).

В ході виконання роботи досліджували дві групи пшениць, що розрізнялися між собою за методикою селекційних доборів. Було ідентифіковано 17 (з 40 гібридних форм) та 11 (з 37 гібридних форм), які виявилися позитивними за присутністю гена. Це склало відповідно 42 % і 30 % від загальної кількості зразків. Продемонстровано, що застосована методика для визначення та діагностики гібридних зразків пшениці за ознакою HAW є ефективною. Також відпрацьована методика значно прискорює селекційний процес і є перспективною для подальшої роботи.

Мельник М.[1], Жукровська К.-О.[1], Ющук О.[1,2], Марінеллі Ф.[2], Федоренко В.[1]

БІОІНФОРМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ГЕНОМУ ПРОДУЦЕНТА РАМОПЛАНІНУ *ACTINOPLANES RAMOPLANINIFER* ATCC 33076

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів 79005, Україна
[2] Університет Інзубрії
вул. Дунанта, 3, м. Варезе, 21000, Італія
e-mail: mariamelnik465@gmail.com

Melnyk M., Zhukrovska K.-O., Yushchuk O., Marinelli F, Fedorenko V. BIOINFORMATIC ANALYSIS OF THE GENOME OF THE RAMOPLANIN PRODUCER *ACTINOPLANES RAMOPLANINIFER* ATCC 33076. Ramoplanin is a glycolipodepsipeptide antibiotic obtained from fermentation broth of *Actinoplanes ramoplaninifer* ATCC 33076. Ramoplanin is highly effective against a wide range of infections caused by multi-drug resistant Gram-positive bacteria. The genome of *Actinoplanes ramoplaninifer* was recently sequenced. We are interested in analyzing this genome and finding new BGSsm in other members of the phylum *Actinobacteria.*

Відомо, що представники роду *Actinoplanes* є продуцентами великої кількості біоактивних вторинних метаболітів. Саме вони синтезують близько двох третин всіх антибіотиків, які зараз активно застосовуються в клініці. Однак постійно зростаюча стійкість бактерій до протимікробних сполук на теперішній час є одним з найважливіших питань медицини. Тому багато досліджень у біотехнології спрямовані на пошук досі ще не виявлених антибіотиків. Потенціал актинобактерій продукувати вторинні метаболіти значно перевищує число відомих сполук. У лабораторних умовах велика кількість кластерів біосинтетичних генів (КБГ) залишається мовчазною. Біоінформатичний аналіз актинобактерій на геномному рівні дозволяє виявляти нові КБГ та відкривати перспективні похідні, які, можливо, будуть активнішими, ніж їхні попередники.

A. ramoplaninifer ATCC 33076 є продуцентом ліпоглікопептидного антибіотика рамопланіну, антибактеріальна активність якого полягає у пригніченні біосинтезу клітинної стінки Грам-позитивних бактерій. Рамопланін є перспективним засобом проти патогенів

шлунково-кишкового тракту. Однак в медицині антибіотик не застосовують через те, що при пероральному введенні він швидко гідролізується. Геном *A. ramoplaninifer* успішно просеквенували у 2022 році та встановили, що він складається з 10 350 905 п.н.. Довжина КБГ рамопланіну складає 88,5 т.п.н. і містить 33 гени. Метою проведення біоінформатичного аналізу геному *A. ramoplaninifer* є виявлення найбільш схожих геномних структур в інших представників роду *Actinoplanes,* які потенційно могли б слугувати продуцентами нових антибіотиків. Для цього було використано веб-програму antiSMASH версіії 6.1.1 та проаналізовано геном у трьох режимах: строгому («strict»), розслабленому («relaxed») та м’якому («loose»). Найбільшу кількість кластерів генів вторинного метаболізму знайдено в м’якому режимі, де загалом показано 37 КБГ. Домінуючим типом серед КБГ, передбачених на основі порівняння геномної послідовності *A. ramoplaninifer* з наявними геномами інших мікроорганізмів в antiSMASH, є сахариди (22 КБГ).

Аналіз раніше просеквенованого генома *A. ramoplaninifer* показав, що 48 регіон в цьому геномі кодує КБГ рамопланіну і є найбільш схожим до КБГ ендурацидину (ідентичність становить 41%), продуцентом якого є *Streptomyces fungicidicus* ATCC 21013. Ендурацидин та рамопланін входять до однієї групи ліпоглікодепсипептидних антибіотиків. Крім того, схожість до інших КБГ у геномі *A. ramoplaninifer* виявили КБГ таких антибактеріальних сполук: конканаміцин А, тейхоміцин А1, бацилбактин та інші.

В подальшому більш детальне вивчення КБГ рамопланіну дозволить ідентифікувати нові КБГ вторинних метаболітів, що, можливо, дасть змогу зменшити важливу проблему антибіотикорезистентності.

Нагорний П., Любчикова Д.

ВПЛИВ НАНОЧАСТИНОК НА БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, 14037 м. Чернігів
e-mail: mekhedolga@gmail.com

Nahornyi P., Lyubchykova D. INFLUENCE OF NANOPARTICLES ON BIOLOGICAL INDICATORS OF *DROSOPHILA MELANOGASTER.* The study of the effect of nanoparticles on the functioning of eukaryotes using the example of the test object *D. melanogaster* is used to assess the possible ecological consequences of their practical use. The purpose of the work: to investigate the effect of different concentrations of nanoparticles of Titanium, Nicol and Silicon on developmental features and mutagenesis in *D. melanogaster (Canton S and ebony* lines). Nanoparticles have much more pronounced pharmacological activity, but at the same time more pronounced toxicity compared to ordinary microparticles. In the presence of nanoparticles in the nutrient medium, the following mutations were observed in flies: reduced wings and a discolored (white) body, as well as additional antennae and an elongated proboscis.

У світі проводяться інтенсивні дослідження з синтезу наночастинок, впровадження їх у практичну діяльність, визначення потенційних ризиків та безпечності для здоров’я людини і довкілля. Уже сьогодні медицина може отримати потужні інструменти діагностики та лікування захворювань, сільське господарство – надзвичайно актуальні засоби росту і розвитку рослин і тварин, промисловість – матеріали з новими властивостями тощо. Наночасточки розглядаються одними з перших серед тих, що можуть допомогти у вирішенні цих питань. Вивчення дії наночастинок на функціонування еукаріот на прикладі тест-об’єкту *D. melanogaster* використовується для оцінки можливих екологічних наслідків за їх практичного використання (Солодовник та співавт., 2011; Селівон та співавт., 2012; Рибка та співавт., 2020). Мета роботи: дослідити вплив різних концентрацій наночастинок Тітану, Ніколу та Силіцію на особливості розвитку та мутагенез у *D. melanogaster* (лінії *Canton S*

та *ebony*). За введення у поживне середовище наночасточок Тітану, Ніколю та Силіцію у мух спостерігали фенотипові зміни, що можуть свідчити про мутації: знебарвлене тіло, редуковані крила, додаткові антени і видовжений хоботок. У другому поколінні відсоток мутантних особин стає меншим порівняно із першим поколінням, що, ймовірно, викликано індукцією систем репарації у особин, розвиток яких відбувався за наявності наночастинок у середовищі. У всіх зафіксованих випадках кількість самок з фенотиповими змінами перевищує кількість самців.

Онисько А., Утєвська О., Горпинченко М.

ГЕНЕТИЧНИЙ ПОЛІМОРФІЗМОМ *MDR1* У ОСІБ З ДЕПРЕСІЄЮ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи 4, 61022, Харків
e-mail: xa13346907@student.karazin.ua

Onysko A., Utevska O., Gorpynchenko M. GENETIC POLYMORPHISM OF *MDR1* IN PERSONS WITH DEPRESSION. As a result of genetic studies, we determined the pharmacogenetic characteristics of patients diagnosed with recurrent depression in terms of response to therapeutic drugs. To do this, we determined the clinical polymorphism of the *MDR1* gene at rs1045642 (3435C→T) among patients with depressive disorders. To identify genotypes, we used PCR- RFLP analysis, which included DNA amplification with specific primers, restriction of amplified fragments at the rs1045642 site, and electrophoretic detection of restriction results.

Депресія є одним з поширених психічних розладів з затяжним перебігом захворювання. Депресивні стани призводять до порушень соціалізації хворих та мають важкі соціально-економічні наслідки. Їх ефективне лікування залежить від фармакогенетичних особливостей пацієнтів, які у силу генетичних особливостей метаболізму ліків можуть бути як резистентними до терапії, так і схильними до небажаних побічних реакцій. Тому важливим етапом лікування є генетичне тестування пацієнтів за фармакогенетичними маркерами, які визначають особливості метаболізму антидепресантів. Одним з важливих маркерів є *MDR1* (multidrug resistance gene 1), продуктом якого є трансмембранний транспортер Р-глікопротеїн. Р-глікопротеїн бере участь у виділенні лікарських препаратів з клітин та їх всмоктуванні у ШКТ. Поліморфізм гена *MDR1* у сайті rs1045642 (3435C→T) асоційований з підвищеною експресією Р-глікопротеїну.

Метою нашої роботи було визначення фармакогенетичних особливостей пацієнтів з діагнозом «рекурентна депресія» щодо відповіді на терапевтичні лікарські препарати. Для цього нам потрібно визначити клінічний поліморфізм гену *MDR1* у сайті rs1045642 (3435C→T) серед пацієнтів з депресивними розладами.

Отримано біологічний матеріал (венозна кров) від 29 пацієнтів ДУ «Інститут неврології, психіатрії та наркології НАМН України» (ІНПН) з діагнозом «рекурентна депресія». Дослідження проводились з дотриманням біоетичних норм, всі пацієнти далі інформовану згоду на дослідження. Проведено виділення ДНК. Зразки ДНК генотиповано за маркером *MDR1* (rs1045642). Для ідентифікації генотипів був використаний аналіз ПЦР-ПДРФ, що включав ампліфікацію ДНК із специфічними праймерами, рестрикцію ампліфікованих фрагментів по сайту rs1045642, електрофоретичну детекцію результатів рестрікції.

Під час досліджень ми побачили, що серед пацієнтів ІНПН частота гомозиготних генотипів (ТТ), що обумовлює підвищену експресію Р-глікопротеїну, складала 0,186, частота гетерозигот (СТ) – 0,490, частота гомозигот зі звичайною експресією Р-глікопротеїну (СС) – 0,324. Розрахована частота алеля Т, що обумовлює підвищену експресію - 0,431. Виявлені частоти генотипів перебували у рівноважному стані відповідно до розподілу Гарді – Вайнберга. Частота всіх генотипів, що обумовлюють високу експресію Р-глікопротеїну

(TT + CT) у досліджуваній групі складала 0,676, що вказує на важливість генетичного тестування за цим маркером.

Згідно з опублікованими даними, серед українського населення частота алеля T складає 0,431, частота гомозигот за цим алелем – 0,268, частота гетерозигот – 0,506. Частота генотипів з підвищеним трансмембранним транспортом (гомо- та гетерозиготний генотипи разом) - 0,774. Порівняння частот алелей і генотипів у загальній популяції з частотами серед осіб з рекурентною депресією не виявило статистично значущих розходжень між ними.

Таким чином, частота генотипів, асоційованих з підвищеною експресією P-глікопротеїну (генотипи TT + CT) серед пацієнтів складає приблизно 68%, що вказує на важливість генетичного тестування за цим маркером.

Павлюк Н., Гузик О.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕДІМПЛАНТАЦІЙНОГО ГЕНЕТИЧНОГО ТЕСТУВАННЯ НА АНЕУПЛОЇДІЮ У ДОПОМІЖНИХ РЕПРОДУКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ СЕРЕД ПАЦІЄНТОК РІЗНИХ ВІКОВИХ ГРУП

ТОВ « Клініка репродуктивної медицини «ISIDA-IVF»
бульвар Вацлава Гавела, 65, Київ, 03126, Україна
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна
e-mail: pavluknatasha13@gmail.com

Pavliuk N., Guzyk O. EFFICIENCY OF PREIMPLANTATION GENETIC TESTING FOR ANEUPLOIDY IN ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES AMONG PATIENTS OF DIFFERENT AGE GROUPS. The high incidence of chromosome aneuploidy in human embryos is a significant cause of in vitro fertilization failure. Preimplantation genetic testing (PGT) allows the assessment of the genetic status of embryos before implantation. In this study, we analyzed clinical outcomes following PGT-A among patients of different age groups. Based on obtained results we identified that the use of PGT-A improves clinical outcomes in women after 35 years of age.

Однією з причин низької ефективності ЕКЗ є збільшення частоти анеуплоїдних ембріонів, отриманих за допомогою *in vitro* запліднення. Кількість анеуплоїдних ембріонів особливо зростає з віком жінки. Проста морфологічна оцінка, яка зазвичай використовується, не може гарантувати нормальний кількісний склад хромосомного набору. У свою чергу, передімплантаційне генетичне тестування на анеуплоїдію (ПГТ-А) дозволяє виявити та виключити ембріони з хромосомними порушеннями (Munné, 2019).

Метою роботи було оцінити результативність програм ЕКЗ у пацієнтів після ПГТ-А ембріонів порівняно з парами без тестування, серед пацієнтів трьох вікових груп. У першу групу увійшла 151 пацієнтка віком від 22 до 34 років, до другої 160 пацієнток у віковому діапазоні 35-39 років , до третьої включено 144 пацієнтки віком від 40 до 57 років.

Біопсію клітин трофоектодерми проводили методом «грижі» на 5, 6 або 7 день після запліднення, залежно від ступеня розвитку бластоцисти. Процедуру проводили наступним чином: на 3 або 4 день розвитку, коли ембріони досягали 6-8 клітинної стадії за допомогою безконтактного діодного лазера 1,48 мкм, було зроблено круглий отвір діаметром 6-9 мкм у *zona pellucida*. Завдяки лазерному хетчингу отримували грижу з клітин трофоектодерми. Клітини трофоектодерми втягували у піпетку для аспірації та швидким механічним рухом відділяли до 10 клітин. Перевірку біологічного матеріалу на плоїдність, проводили за допомогою методу секвенування наступного покоління (NGS).

Клінічна інформація, яку було зібрано після перенесення ембріонів, включала в себе

такі параметри як: результат біохімічного тесту на вагітність, тобто позитивний рівень ХГЛ (> 5 мМО/мл). Клінічна вагітність визначалася за наявність гестаційного мішка методом УЗД на 4-5 тиждень після ембріотрансферу. Викидень означав втрату вагітності, тобто самовільне викидання ембріону з порожнини матки до 22 тижня вагітності та інші параметри.

У ході дослідження, було виявлено покращення клінічних результатів серед пацієнток середньої та старшої вікової групи. У середній віковій групі (35-39 роки) частота настання вагітності, тобто позитивного рівня β –ХГЛ становила (ПГТ-А 53,8% проти без ПГТ-А 43,2%; $p < 0,05$), клінічних вагітностей (ПГТ-А 47,7% проти без ПГТ-А 40,5%) У старшій віковій групі (40-57 роки) позитивний рівень β –ХГЛ (ПГТ-А 57,9% проти без ПГТ 39,5%; $p < 0,05$), клінічних вагітностей (ПГТ-А 53,4 % проти без ПГТ 33,7 %; $p < 0,05$), у молодшій віковій групі жодних відмінностей між підгрупа виявлено не було. В цілому, було показано, покращення частоти клінічних вагітностей та живонародження, зменшення частоти викиднів у жінок старше 35 років після застосування ПГТ-А.

Отже, використання ПГТ ембріонів на анеуплоїдію для пацієнтів після 35 років може бути доцільним, на відміну від молодшої вікової групи < 35 років

Пелех В., Голуб Н., Боднар Л., Горбулінська С.

ВПЛИВ КУРКУМІНУ НА РУХОВУ АКТИВНІСТЬ У ДИСТРОФІНОВИХ МУТАНТІВ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського 4, Львів, 79005, Україна
e-mail: vikapelekh337@icloud.com

Pelekh V., Holub N., Bodnar L., Gorbulinska S. THE INFLUENCE OF CURCUMIN ON LOCOMOTOR ACTIVITY OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* DYSTROPHY MUTANTS. The effect of 10% curcumin on locomotor activity during adult feeding of *Drosophila melanogaster* dystrophy mutants *DysDf//TM6,Tb* with deleted the dystrophin gene was studied. The results indicate an increasing of locomotor activity in dystrophin mutants in 1,1 - 1,8 times on 7-12 days of imago life span and in 1,4 times on 10-12 days in imago of wild type strain *OregonR*. Therefore, curcumin as a dietary supplement accumulating in the body has a positive effect on the locomotor activity of imago wild type *Oregon R* and dystrophy mutants.

М’язова дистрофія Дюшенна – Х-зчеплене рецесивне захворювання, причиною якого є мутації в гені DMD, який кодує білок дистрофін. Відсутність чи дефектність цього білка призводить до пошкодження м’язів та їх прогресивної дегенерації. У пацієнтів спостерігається постуаова втрата м’язової маси і функцій, що призводить до скорочення терміну життя. Наразі не існує ефективного методу лікування. Застосовують фізичну і стероїдну терапію та генно-терапевтичні технології. Ці терапії є дорогими та складними у проведенні, і не завжди принесять очікуваний результат. Тому пошук дешевих ефективних ліків – актуальний напрям досліджень. Куркумін є біологічно активною поліфенольною сполукою, яка має антиоксидантні властивості, що сприяють боротьбі з вільними радикалами в організмі та запобігають старінню клітин. Крім того, він може бути корисним для відновлення м’язів, оскільки допомагає знижувати запальні процеси в організмі та покращує кровообіг.

Метою нашої роботи було проаналізувати вплив 10% куркуміну на рухову активність дистрофінових мутантів *Drosophila melanogaster*. Розчин куркуміну вносити на поживне середовище для згодовування імаго. Матеріалом досліджень служила лабораторна лінія *Drosophila melanogaster DysDf//Tm6Tb.* Дана лінія містить делецію, яка повністю охоплює ген дистрофіну *Dys*. Такі мутанти за фенотиповим проявом близькі до м’язевої дистрофії Дюшена людини. Контролем слугували необроблені мухи.

Попередньо ми визначили вплив куркуміну в концентраціях 0,1%, 1,0% та 10% на виживання та тривалість життя дослідної лінії та лінії дикого типу *Oregon R*. Оптимальною виявилася 10% концентрація, яка і була використана в подальшій роботі. Також нами було проаналізовано показники середньої та максимальної тривалості життя контрольних та оброблених 10% розчином куркуміну імаго. У дистрофінових мутантів застосування розчину куркуміну призводило до зростання показників СТЖ, проте не зумовлювало відновлення плато.

Наступним етапом нашої роботи було дослідити вплив розчину куркуміну на рухову активність дослідної лінії *DysDf/TM6,Tb* та лінії *Oregon R*. Для цього ми застосували climbing-тест та підрахували індекс рухової активності (IPA) згідно формули: IPA= $\frac{(n2\times1)+(n3\times2)+(n4\times3)+(n5\times4)+(n6\times5)}{m\times5}$ $\frac{(n2\times1)+(n3\times2)+(n4\times3)+(n5\times4)+(n6\times5)}{m\times5}$, де n2, n3, n4, n5, n6 – кількість мух, які подолали задану дистанцію у кожній серії досліду, m – загальна кількість мух. IPA вимірювали на 1-3, 4-6, 7-9, 10-12 дні життя імаго. Згодовування розчином куркуміну здійснювали впродовж експерименту. Так, вживання куркуміну імаго лінії *Oregon* R призвело до зростання IPA у 1,5 рази лише на 10-12-й день (2,18 у досліді проти 1,5 у контролі). У імаго лінії *DysDf/TM6,Tb* при застосуванні куркуміну IPA підвищився у 1,8 рази (1,08 у досліді проти 1,92 у контролі) на 7-9-й день та в 1,1 рази (1,98 у досліді проти 0,98 у контролі) на 10-12-й дні життя. Отже, куркумін, як БАД, накопичуючись в організмі, позитивно впливає на рухову активність імаго дикого типу *Oregon R* та дистрофінових мутантів *DysDf/TM6,Tb,* які характеризуються зниженою локомоторною функцією, що є наслідком деградації скелетних м‘язів.

Рибчук А., Тістечок С., Федоренко В., Громико О.

ХАРАКТЕРИСТИКА АКТИНОМІЦЕТІВ РОДИНИ PSEUDONOCARDIACEAE З РИЗОСФЕРИ РОСЛИН КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВА

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

Rybchuk A., Tistechok S., Fedorenko V., Gromyko O. CHARACTERISTICS OF ACTINOMYCETES OF THE FAMILY PSEUDONOCARDIACEAE FROM THE RHIZOSPHERE OF PLANTS OF THE CRIMEA PENINSULA. The morphological description of twelve isolates of the family *Pseudonocardiaceae*, isolated from the rhizosphere of plants of the Crimean peninsula, is presented. Their growth under different conditions and antagonistic activity were evaluated. Five isolates of the genus *Amycolatopsis* showed antagonistic activity against *B. subtilis*, and two isolates of the genus *Saccharopolyspora* - against *E. coli* and *B. subtilis*.

Стрімкий розвиток стійкості до антибіотиків у патогенних мікроорганізмів стимулює постійний скринінг нових біологічно активних сполук. Актиноміцети залишаються основними природними продуцентами антибіотиків. Хоча більшість продуцентів належать до роду *Streptomyces*, протягом останніх двох десятиліть зростає інтерес до вивчення рідкісних родів актиноміцетів, які продукують приблизно 25-30 % антибіотичних сполук (Ding et al, 2019). Рідкісними також вважають представників родини *Pseudonocardiaceae*, яка включає 39 родів аеробних, мезофільних або термофільних, некислотостійких, каталазопозитивних, стійких до лізоциму актиноміцетів. Вони морфологічно неоднорідні, переважно хемоорганотрофні, зустрічаються у різних типах середовищ (Labeda & Goodfellow, 2015). Найвідомішими антибіотиками, які продукують представники цієї родини є рифаміцин (*Amycolatopsis mediterranei*), еритроміцин (*Saccharopolyspora erythraea*), ванкоміцин (*A. orientalis*).

В Колекції культур мікроорганізмів – продуцентів антибіотиків Львівського національного університету імені Івана Франка зберігається 12 природних ізолятів

актиноміцетів родини *Pseudonocardiaceae*, які раніше були виділені з ризосфери рослин Кримського півострова: *Amycolatopsis* spp. (6 ізолятів), *Saccharopolyspora spp.* (4), *Pseudonocardia* sp. (1) та *Actinorectispora* sp. (1). Ми дослідили культурально-морфологічні особливості цих ізолятів на середовищах ISP2, ISP3, ISP4, ISP5, ISP6 та ISP7. Оптимальна температура росту для більшості ізолятів коливалася в межах 28-30 °С. *Saccharopolyspora* добре росли при 45 °С. Більшість досліджуваних ізолятів могли рости в широкому діапазоні pH 6-12. Проте, ізолят *Saccharopolyspora* sp. Ya 6-223 ріс лише за значень pH 6-8. Усі досліджувані ізоляти росли при 2,5% NaCl, лише *Saccharopolyspora* sp. Oe 2-139 продемонстрував ріст за максимального використаного значення засолення (10%).

Антибіотичну активність ізолятів вивчали з використанням як тест-культури *Echerichia coli* ATCC 25922, *Bacillus subtilis* ATCC 31324 та *Candida albicans* ATCC 885-653. Серед шести ізолятів роду *Amycolatopsis* п'ять пригнічували ріст *B. subtilis*, два представники роду *Saccharopolyspora* інгібували ріст *E. coli* та *B. subtilis*. Решта ізолятів не виявляли антибіотичної активності.

В результаті досліджень ми визначили оптимальні умови для культивування штамів актиноміцетів родини *Pseudonocardiaceae*, виділених з ризосфери рослин Кримського півострова. Актиноміцети родів *Amycolatopsis* і *Saccharopolyspora* – інгібітори росту грампозитивних і грамнегативних бактерій, є перспективними для вивчення вторинних метаболітів, які вони продукують.

Римар Ю., Лахнеко О., Степаненко А., Моргун Б.

ОЦІНКА ПОЛІМОРФІЗМУ В ПРОМОТРНІЙ ДІЛЯНЦІ ГЕНА БІОГЕНЕЗА ПРОДИХІВ *EPF1*

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України
вул. Академіка Заболотного, 148, м. Київ, 03143, Україна
e-mail: yulia-r@i.ua

Rymar Yu., Lakhneko O., Stepanenko A., Morgun B. ASSESSMENT OF POLYMORPHISM IN THE PROMOTOR REGION OF THE *EPF1* STOMATAL BIOGENESIS GENE. The *EPF1* gene is an important genetic determinant in the development of stomata, which directly affects on the drought resistance of plants. As a result of the work, an insertion with the size of 123 bp in the promoter region of the gene *EPF1-B1* has a frequency of 0.21 in the collection of samples of spelt, emmer wheat, synthetic hybrids of wheat and its wild relatives.

На формування посухотолерантності рослин впливає цілий ряд чинників, але в нашій роботі звертається основна увага на молекулярно-генетичні фактори посухостійкості. Ген *EPF1* є одним з генетичних детермінантів та безпосередньо залучений в процес біогенезу продихів, через які випаровується найбільша кількість вологи. Важлива роль в регуляції експресії генів припадає на елементи промоторів, тому поліморфізми цієї області можуть бути критичними для рівня експресії. Метою даної роботи було провести оцінку поліморфізму в промоторі гена біогенезу продихів *EPF1* з субгеному B серед вибірки пшениці за допомогою розробленої системи ДНК-маркеру.

В роботі використовувалася зібрана колекція пшениць (*Aegilops* L. та *Triticum* L), яка складається зі зразків полби, спельти, пшениці твердої та шарозерної, представники однозернянок, пшениця ісфаханська та інші. Також в колекції є представники жита (*Secale cereale*) та житньо-пшеничного гібрида - тритикале та інших гібридів пшениці та її диких співродичей. Загалом в роботі використана вибірка з 71 зразка. Крім того, в процесі розробки системи праймерів використовували 2 сорти української селекції - Наталка та Подолянка. Для аналізу виділяли загальну ДНК рослин з трьох зерен за короткою методикою з використанням ЦТАБ-буфера. Аналіз здійснювався за допомогою ПЛР з подальшим розділенням продуктів ампліфікації в 1,2% агарозному гелі.

Праймери prE1B (F:GAAACCCTAACCCTAGCGC; R:TTTTCGTGCAAAGAGTGCCG) сконструйовано на основі отриманих раніше сиквенсів гена *EPF1-B1* сортів Подолянка та Наталка та визначає інсерцію розміром 127 пн в промоторній ділянці (-1486 від старту транскрипції) гена *EPF1* з субгеному B. Даний поліморфізм призводить до утворення цис-регуляторних елементів, які асоційовані з реакцією на зневоднення та на стрес. Для отримання чітких результатів для даної системи праймерів були раціоналізовані умови проведення ПЛР. Зразки, в яких наявна дана інсерція, мають розміром ампліфікованого фрагмента 480 пн, а при відсутності вставки - 353 пн.

В результаті виявлено наявність інсерції в 15 зразків, тобто серед вибраної вибірки частота даної інсерції становить 0,21. Це переважно спельти та полби, та один представник пшениці шарозерної. В більшості випадків даного поліморфізму не виявлено, а також в 19 зразках взагалі не спостерігалося ампліфікації. Таке є очікуваним для жита, тому що ця культура має інший геном - R, але в житньо-пшеничного гібрида, тритикале, спостерігався амплікон в розмірі 353 пн, що свідчить про відсутність даної інсерції в гені *EPF1-B1.* Також для ряду гібридів, що не мають субгеному B не було виявлено продукту ампліфікації. Цікавим є наявність ампліфікації в представника однозернянок - пшениці Сінської (*Triticum sinskajae*), оскільки в цієї пшениці наявний лише субгеном A, але можлива певна спорідненість до субгеному B. Дана система праймерів prE1B може використовуватися для оцінки посухотолерантності сортів пшениці, а також її близьких родичів, які є потенційними донорами селекційних ознак.

Отже, визначено, що досліджуваний поліморфізм, інсерція в промоторній ділянці гена біогенеза продихів *EPF1-B1* має частоту 0,21 в колекції зразків спельти, полби, синтетичних гібридів пшениці та її диких співродичів.

Свиридова К., Афанасьєва К.

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ МЕТИЛЮВАННЯ ДНК У ЛІМФОЦИТАХ ПЕРИФЕРІЙНОЇ КРОВІ ЛЮДИНИ ТА КЛІТИНАХ ГЛІОБЛАСТОМИ T98G

ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64/13, 01601, місто Київ-601, Україна
e-mail: kathybiologist@gmail.com

Svyrydova K., Afanasieva K. INVESTIGATION OF THE DNA METHYLATION LEVEL IN HUMAN PERIPHERAL BLOOD LYMPHOCYTES AND GLIOBLASTOMA CELLS T98G. Gene expression and cell functional state may depend on the change of global methylation level. One of the methods to assess total methylation level is methyl-sensitive comet assay. The aim of this work was to identify the most favorable conditions for applying this technique using human peripheral blood lymphocytes and investigate DNA methylation level in glioblastoma multiforme cell line T98G. It was shown that in actively proliferating T98G cells, the methylation level was higher than in the cells of the same line arrested at the G1 phase of the cell cycle. At the same time, the level of DNA methylation in G1-arrested cells of the T98G line is considerably lower compared to human lymphocytes.

Злоякісна трансформація клітин зазвичай супроводжується порушенням профілю та рівня експресії генів, які часто пов’язані зі змінами рівня метилювання ДНК. Одним із методів аналізу глобального рівня метилювання ДНК в ізольованих клітинах є модифікована методика кометного електрофорезу, відома як метил-чутливий кометний електрофорез. Зазвичай, у даному методі нуклеоїди, отримані в результаті високосольового лізису, піддаються обробці ізошизомерними рестриктазами HpaII та MspI, які мають однаковий сайт рестрикції 5’-CCGG-3’, але їх здатність розпізнавати його залежить від метилювання наявних у послідовності цитозинів: неметильовані сайти розрізає HpaII, а метильовані - MspI. Відносна кількість розривів ДНК, внесених рестриктазою HpaII та

MspI, буде відображати рівень метилювання ДНК у клітинах. Отже, метою нашої роботи було адаптувати метод метил-чутливого кометного електрофорезу, використовуючи лімфоцити периферійної крові людини, та визначити рівень метилювання ДНК у клітинах гліобластоми лінії T98G.

Клітини лінії T98G культивували у середовищі DMEM із 10% сироваткою та антибіотиками при 37°C. Для їх арешту на стадії G1 клітинного циклу була проведена інкубація у цьому ж середовищі без сироватки протягом 48 годин. Лімфоцити ізолювали із цільної крові здорових донорів-добровольців шляхом зонального центрифугування у градієнті щільності Histopaque 1077 (Sigma, США). Отримані клітини відмивали у розчині Хенкса і іммобілізували у шарі агарози на поверхні предметного скла. Лізис клітин проводили у буфері ((2.5 M NaCl, 100 mM EDTA, 10 mM Tris-HCl, 1% Triton X-100) pH=7,5) протягом доби при температурі 4°C. Обробку нуклеоїдів рестриктазами HpaII та MspI проводили у вологій камері, попередньо витримавши препарати у буфері для рестрикції (5мМ TrisHCl, 5мМ NaCl, 0,5 мМ β-меркаптоетанол, 1мМ Na2EDTA, pH=7,5) протягом 10 хв. Далі на препарати наносили 100 мкл розчину рестриктази HpaII або MspI у рестрикційному буфері ONE (EURX, Польща) з активністю 1,5 одиниць активності (U), накривали покривним склом та інкубували протягом 55 хв. при 37°C. Для припинення реакції препарати відмивали у буфері TBE і одразу проводили електрофорез у цьому ж буфері при температурі 4°C. Після цього слайди фарбували флуоресцентним барвником DAPI та аналізували під люмінесцентним мікроскопом. За допомогою програмного забезпечення TriTek CometScore TM, було визначено відносну частку ДНК у хвостах комет.

Використовуючи лімфоцити людини як модельний об’єкт, було адаптовано метод метил-чутливого кометного електрофорезу. Показано, що відносний рівень метилювання ДНК у лімфоцитах є досить високим (53,9±1,8%). Частка ДНК у хвостах комет клітин T98G, які активно діляться, була достовірно вищою, ніж у лімфоцитах, і становила 58,3±2,8%. При зупинці клітин T98G на стадії G1 клітинного циклу рівень метилювання ДНК становив 47,8±1,9%, що значно нижче за показники, характерні для лімфоцитів та проліферуючої культури клітин T98G.

У клітинах гліобластоми T98G, які активно діляться, рівень метилювання є вищим, ніж у синхронізованій культурі клітин. Порівняно із лімфоцитами рівень метилювання ДНК в клітинах лінії T98G на стадії G1 клітинного циклу достовірно нижчий.

Скубіш І., Горбулінська С., Боднар Л.

ВИЗНАЧЕННЯ МУТАЦІЙ ГЕНА *CALR* ПРИ ПЕРВИННОМУ МІЄЛОФІБРОЗІ

ДУ «Інститут патології крові та трансфузійної медицини НАМН України»
вул. Генерала Чупринки, 45 м. Львів, 79044, Україна
e-mail: iryna.skubish@lnu.edu.ua

Skubish I., Gorbulinska S., Bodnar L. DETERMINATION OF *CALR* GENE MUTATIONS IN PRIMARY MYELOFIBROSIS. Primary myelofibrosis is a clonal disease resulting from neoplastic transformation of early hematopoietic stem cells, which is why myelofibrosis is classified as a Ph-negative myeloproliferative neoplasia. During the last decade, significant results have been achieved in deciphering molecular genetic disorders in primary myelofibrosis, as somatic mutations in the calreticulin *CALR* gene were identified.

Первинний мієлофіброз — це клональне захворювання, що виникає внаслідок неопластичної трансформації ранніх гемопоетичних стовбурових клітин, саме тому мієлофіброз відносять до Ph-негативних мієлопроліферативних неоплазій. Близько 50 - 60% пацієнтів з мієлофіброзом мають мутацію V617F в гені Янус-кінази 2 *JAK2*, додатково від 3 до 5 % —мутацію в гені рецептора тромбопоетину *MPL*. Протягом останнього десятиліття досягнуто значних результатів у розшифруванні молекулярно-генетичних порушень при

Ph-негативних мієлопроліферативних неоплазіях вцілому та при первинному мієлофіброзі зокрема, адже були виявлені соматичні мутації в гені кальретикуліну *CALR* у 70–84% випадках *JAK2*-негативних та *MPL*-негативних мієлопроліферативних новоутворень.

Згідно з діагностичними критеріями ВООЗ від 2016 року для первинного мієлофіброзу, визначення наявності мутацій в генах *JAK2, MPL* та *CALR* разом із патогістологічним дослідженням трепанобіоптату кісткового мозку та клініко-гематологічними показниками периферичної крові відносять до найважливіших діагностичних критеріїв.

Описано понад 50 різних мутацій гена *CALR,* які розташовані в 9 екзоні та призводять до синтезу дефектного білка, в якому відбулося утворення нової С-кінцевої послідовності білка та втрата сигнальної послідовності KDEL за рахунок зсуву рамки зчитування на один нуклеотид. Дефекти гена *CALR* поділяють на мутації типу I та їм подібні — делеції і мутації типу II та їм подібні — інсерції. Найбільш поширеними є мутація L367fs*46 — результат делеції 52 пн та мутація K385fs*47 — інсерція TTGTC 5 пн, — на їх частку припадає понад 80 % усіх виявлених в гені *CALR* мутацій.

Молекулярний перебіг первинного мієлофіброзу характеризується порушенням регуляції сигнальних шляхів Янус-кінази/сигнальних перетворювачів та активаторів транскрипції (JAK/STAT), які є вирішальними для нормальних цитокін-опосередкованих відповідей клітин.

Патогенез *CALR*-позитивного мієлофіброзу ще до кінця не вивчений. Провідною є гіпотеза, згідно з якою мутантний білок кальретикулін взаємодіє з рецептором тромбопоетину і індукує його структурні зміни, достатні для активації Янус-кінази JAK2, задіяної в процесах передачі сигналу для проліферації гемопоетичних клітин. Цей процес виявляється можливим завдяки зміні негативного заряду С-домену білка кальретикуліну на позитивний в результаті делеції або інсерцій в 9 екзоні що призводять до зсуву рамки зчитування і зміни С-кінцевої послідовності поліпептиду.

Подальші детальні дослідження мутацій в гені *CALR* дають можливість висвітлювати нові аспекти перебігу захворювання на первинний мієлофіброз, підвищують точність діагностики та якість нових терапевтичних підходів при лікуванні.

Bahriichuk K., Ostash B.

CONJUGATIVE TRANSTER OF CHROMOSOMAL MARKERS BETWEEN STRAINS OF *STREPTOMYCES ALBIDOFLAVUS* J1074.

Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskoho 4, Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: bagriichukkate@gmail.com

Conjugation is a major pathway for horizontal transfer of genes. Bacteria of the *Streptomyces* genus are one of the main sources of antibiotic resistance genes, the conjugative systems of the genus may play a special role in spreading these genes. It is known that *Streptomyces* species have a unique conjugative DNA transfer system. In particular, the main protein, TraB, involved in conjugation is a hexamer that has an N-terminal membrane-associated domain, a DNA translocase/ATPase domain and a C-terminal winged helix-turn-helix fold (Thoma,L., (2012). TraB translocates plasmid DNA by recognizing direct repeats located in the *clt* site. The expression of the *tra* genes is regulated by the KorA repressor which binds to nucleotide sequence repeats in the region between *korA* and *traB*, and represses the transcription of both genes.

One of the objectives of our research was to reproduce the conjugative transfer of genetic markers (such as antibiotic resistance genes, antibiotic biosynthesis genes and *lacZ*) from a set of conjugation-proficient donor strains of *Streptomyces albidoflavus* into the *S. albidoflavus* del14H recipient strain, a hygromycin-resistant derivative of *S. albidoflavus* J1074 strain Del14 from which most of the specialized metabolism gene clusters were deleted. The donor strains were

generated by introduction of plasmid pCMA carrying *traB-korA-clt* region of plasmid pIJ101, because J1074 is naturally devoid of conjugative functions. Strain KO-1404 (rifampicin-resistant derivative of strain KO-1305) was employed as one of the donors. Analysis of the growth of the transconjugants arising from matings of pCMA$^+$ KO-1404 and Del14H on selective plates supplemented with rifampicin and hygromycin (or apramycin plus hygromycin) revealed a few clones showing morphological changes. We usually observed up to ten rifampicin-resistant Del14H clones on mating plates. The transconjugants we selected also exhibited antibacterial and antifungal activity absent in the recipient. LC-MS data showed that the transconjugants produced different combinations of following compounds: surugamides, acyl-surugamides, paulomycins, and antimycins. These data serve as an evidence that pCMA promoted the transfer of long stretches of KO-1404 chromosome into Del14H. The transfer occurred on both flanks of the pCMA integrated into *attB*$^{\varphi C31}$ locus.

In another line of investigations we reproduced the conjugative transfer of antibiotic resistance gene *aac(3)IV* along with *lacZ* gene, from the *S. albidoflavus* APEX 1 strain (auxotrophic for tryptophan and histidine) into Del14H allowing us to select transconjugants as prototrophs that acquired the ability to hydrolyze chromogenic lactose analog X-Gal. This was achieved successfully; the frequency of LacZ$^+$ clones among prototrophs reached up to 10^{-3}. Our next goal is to find conditions for efficient transfer of genetic markers from different streptomycetes into *S. albidoflavus* J1074.

Stepanyshyn A., Yushchuk O., Duban R., Melnyk S., Ostash B., Fedorenko V.

GENERATION OF *STREPTOMYCES ROSEOCHROMOGENES* NRRL 3504 MUTANT WITH A MARKERLESS KNOCKOUT OF *CLOG* – CLOROBIOCIN PATHWAY-SPECIFIC REGULATORY GENE

Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo, 4, Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: nastia.stepanyshyn@gmail.com

Streptomyces roseochromogenes NRRL 3504 is a known producer of an aminocoumarin antibiotic clorobiocin (Clo). This antibiotic is potent against Gram-positive bacteria. The biosynthesis of Clo is regulated by a cascade mechanism involving two regulatory genes: *cloG* and *cloE*. Among them, *cloG* codes for an StrR-like regulator and plays the main role in Clo biosynthesis. Previous works described that the genome of NRRL 3504 carries multiple additional biosynthetic gene clusters (BGCs) for secondary metabolites (up to 43 BGCs in total). Among them, there is one that sparked our special interest, namely the BGC for salinamide-like depsipeptide antibiotic. Previously we have created overproducers of Clo and been able to disrupt its production via an insertional knockout of the *cloH-I* operon. Thus, it was shown, that Clo BGC (*clo*) was the only active pathway of secondary metabolism in NRRL 3504, which suggests that the other BGCs might be silent.

Mutant strains generated with insertional knockout are not stable, hence for further research, we required a stable markerless mutant of NRRL 3504 not able to produce Clo. To achieve this aim, we decided to perform a deletion of *cloG* via a double cross-over recombination approach. pGusA21 suicide vector was utilized as a platform, carrying the *gusA* gene as an additional selective marker. First, the left *cloG* flanking sequence (2200 bp downstream from the start codon of *cloG*) was cloned into pGusA21 using *Hind*III and *Eco*RI restriction endonuclease recognition sites to yield pKOCG1. Then, the right flanking sequence (2139 bp upstream from the stop codon of *cloG*), was cloned into pKOCG1 using *Hind*III and *Xba*I restriction endonuclease recognition sites, thus generating pKOCG.

pKOCG was transferred into NRRL 3504 by means of intergeneric conjugation with *Escherichia coli* ET12567 (pUZ8002). Obtained recombinant carrying pKOCG integrated

into the chromosome via the single cross-over event was consequentially cultivated on ISP3 medium lacking any selective antibiotic to induce secondary cross-over. At the current point, our approach appeared to be successful, and we have obtained several putative mutant strains that are undergoing further genotyping analysis.

Vonsovych V.-A.[1], Kurylenko O.[2], Ostash I.[2], Sydorko Y.[1,2], Rebets Y.[1,2]

IMPACT OF *ADPA* GENE EXPRESSION ON ACTIVATION OF SILENT GENE CLUSTERS OBTAINED FROM BACTERIA OF *PSEUDONOCARDIACEAE* FAMILY IN HETEROLOGOUS HOSTS *STREPTOMYCES ALBUS* AND *STREPTOMYCES LIVIDANS*

[1]Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskoho, 4, Ukraine
[2]Explogen LLC Lviv, Ukraine
Volodymyra Velykoho, 16, Lviv, 79032, Ukraine
e-mail: viktoriya.vonsovych@gmail.com

Antimicrobial resistance is a problem nowadays. Nearly 700 000 people die per year because of diseases caused by antibiotic-resistant pathogens (Serna & Gonzalez-Zorn, 2022). It is well-known fact that actinobacteria produce almost all natural antibiotics as secondary metabolites and their synthesis is controlled by genes organized into biosynthetic gene clusters (BGCs). The majority of antibiotics were isolated from the dominant actinomycete genus, *Streptomyces* (Ostash, 2018). On the other hand, the non-streptomycete actinomycetes are less studied in this regard. The present research is focused on the members of the *Pseudonocardiaceae* family: *Kutzneria albida* DSM43870, *Saccharothrix espanaensis* DSM44229, and *Saccharopolyspora erythraea* DSM40517.

S. erythraea is the best studied species of *Pseudonocardiaceae* and the producer of erythromycins (Sayed et al., 2020). In the genomes of *K. albida* and *S. espanaensis* 46 and 26 BGCs were revealed, respectively. However, only a few compounds produced by these strains are known (Gorniaková et al., 2021; Shuai et al., 2020). Other BGCs in these microorganisms are silent under laboratory conditions. Heterologous expression of BGCs from these strains in *Streptomyces* hosts resulted in low success rate which is probably caused by differences in regulatory networks.

In *Streptomyces* the regulation of BGCs expression is under the control of a well-studied global regulatory gene *adpA*. Its nucleotide sequence in different members of the *Streptomyces* genus is known. In other actinobacterial clades the regulation of BGCs expression is not studied in detail but the presence of AdpA orthologs is highly supposed (Ostash, 2018). This study is focused on the expression of genes coding for AdpA orthologs derived from bacteria of the *Pseudonocardiaceae* family and their impact on the activation of silent gene clusters obtained from the same species in engineered *Streptomyces* hosts.

Proteins with high similarity to AdpA from *Streptomyces griseus*, *S. coelicolor*, and *S. albus* were found in *K. albida*, *S. erythraea*, and *S. espanaensis* using the UniProt tool and BLAST program. Genes encoding AdpA orthologs from all three species were amplified and cloned into pTOS vector under the control of the B10 promoter. Obtained plasmids were verified by sequencing. Resulting plasmids were introduced into the *S. albus* Del4 and *S. lividans* ΔYA9 genomes (Ahmed et al., 2020) via intergeneric conjugation. The vector backbone was removed resulting in construction markerless strains carrying genes of AdpA orthologs from three *Pseudonocardiaceae* family members. Further after, it is planned to investigate whether the activation of silent gene clusters from *Pseudonocardiaceae* family is reliant on the presence of their own AdpA in heterologous hosts. The results will be presented.

Zhukrovska K., Binda E., Yushchuk O., Marinelli F., Fedorenko V.

MORPHOLOGICAL HETEROGENEITY OF *ACTINOPLANES RAMOPLANINIFER* ATCC33076 AND ITS CORRELATION WITH THE LEVEL OF RAMOPLANIN PRODUCTION

[1]Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo, 4, Lviv 79005, Ukraine
[2]University of Insubria, Faculty of Biotechnology and Life Sciences
Dunant St., 3, 21100, Varese, Italy
e-mail: k.zhukrovska@gmail.com

The discovery and development of novel antibiotics lag behind clinical necessity, and there has been a significant rise in the number of pathogenic bacteria resistant to many commonly used antibiotics in recent years. The non-ribosomal lipoglycodepsipeptide ramoplanin, produced by the soil-dwelling «rare» actinobacterium *Actinoplanes ramoplaninifer* ATCC 33076, is a promising antibiotic that can aid in the treatment of diseases brought on by multidrug-resistant (MDR) Gram-positive bacteria. Ramoplanin prevents the conversion of lipid intermediate II into lipid II, a step which is particularly catalyzed by N-acetylglucosaminyl transferase, and hence hinders the formation of cell walls. (Unni, 2021). Such a distinct mechanism of action ensures the absence of cross-resistance with other therapeutically used inhibitors of peptidoglycan production, such as vancomycin and teicoplanin.

Only two antibiotics related to ramoplanin now have known chemical structures: enduracidin, which is produced by *Streptomyces fungicidicus* ATCC 21013 (Higashide et al., 1968), and the recently discovered chersinamycin, which is produced by *Micromonospora chersina* DSM44151 (Morgan et al., 2021). Despite these substances being promising antibiotics for the treatment of human diseases, the processes of ramoplanin production and its transcriptional regulation have not been extensively investigated. Additionally, *A. ramoplaninifer* is challenging to modify genetically and cultivate under typical laboratory conditions.

Understanding the processes directing ramoplanin biosynthesis requires research on the regulatory genes included in the cluster. Our primary task was to experimentally study the activities of the anticipated regulatory genes that were likely to be present in the biosynthetic gene cluster based on bioinformatics predictions. But before, we were required to create the procedure for fermentative production and quantitative measurement of ramoplanin in the wild-type strain.

We attempted to ferment the wild-type strain, but we were unable to reach the production of the appropriate amount of antibiotic, which was mentioned in the literature (Brunati et al., 2005). Following this, we decided to investigate in more detail the initial strain in strain collection of the University of Insubria (Varese, Italy).

During the study, we identified that the wild-type culture on medium ISP4 was diverse morphologically. On this medium, two different types of colonies develop. The first type of colonies, called Light, has a light orange color, the colonies are flatter. The second type of colonies, called Bright, has a bright orange color, the colonies are more convex.

These two different colony varieties were split into two different cultures and each one was examined individually. As of today, we know that these two morphotypes are not evolving from one another, indicating that they are stable. Furthermore, the Light strain produces more ramoplanin in comparison to the Bright strain.

Our discovery definitely needs further, more detailed, clarifying research. Some of these studies are already being conducted. In the near future, we plan to receive genome sequences of three independent Light and Bright variants. We also plan to find differences in genomes, if they are present, and to make diagnostic primers for the differentiation of two types of colonies. Following the results, we intend to continue with the investigation of the regulatory genes found in the biosynthetic gene cluster involved in ramoplanin production.

ЕКОЛОГІЯ
ECOLOGY

Брода А.[2], Думич О.[2], Дяків В.[2], Данилик Р.[1]

ЗООПЛАНКТОН ЯВОРІВСЬКОГО ОЗЕРА

[1]Національний лісотехнічний університет України, м.Львів
e-mail:druslana@ukr.net
[2]Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів
e-mail:anastasiabroda16@gmail.com

Broda A., Dumych O., Dyakiv V., Danylyk R. ZOOPLANKTON OF LAKE YAVORIVSKE. Zooplankton of Lake Yavorivske, formed as a result of the flooding of the sulfur quarry of the state enterprise “Sirka”, was studied. Zooplankton research was conducted at various depths in the summer-autumn period in 2021. 12 taxonomic units of zooplankton groups were identified. It was found that the numbers varied widely, the largest were observed at depths of 5-10 m and were mainly represented by lower crustaceans, in particular copepods. The highest values of the indicator of species richness of Margalef were at a depth of 20 m.

Озеро Яворівське утворилося внаслідок спланованого затоплення сірчаного кар’єру державного підприємства «Сірка» у 2006 році. У ньому безперервно відбуваються складні взаємоперетворення органічних і мінеральних речовин, становлення водної екосистеми; озеро зазнає антропогенного впливу. Моніторингові дослідження є вкрай необхідними для стеження за цією новоствореною штучною водоймою аби попередити можливі негативні наслідки як природного, так і антропогенного характеру.

Відбір проб здійснювався у літньо-осінній період 2021 року. Гідробіологічні проби відбирали за допомогою батометра Рутнера із різних глибин в акваторії найглибшого місця озера (найбільша глибина – 89 м) та на моніторинговій станції спостереження за станом якості води Яворівського озера. Згідно з отриманими даними, у товщі води по досліджуваній вертикалі загалом було виявлено 13 видів безхребетних тварин, які належать до коловерток класу *Rotatoria*, нижчих ракоподібних підряду *Cladocera* та нижчих ракоподібних ряду *Copepoda.*

Показники чисельності зоопланктону варіювали у широких межах 0,24-82,0 тис. екз./м^3 і різнилися на досліджуваних глибинах, оскільки для зоопланктону є характерними міграційні процеси. Серед коловерток найбільш чисельною була *Asplanchna priodonta* Gosse, серед гіллястовусих раків – *Daphnia longiremis* O.F. Müller і *Diaphanosoma brachiurum* Jurine , серед веслоногих раків – преставники рослиноїдних Calanoida. Вивчали вертикальний розподіл гідробіонтів. Виявлено, що найбільші чисельності організмів спостерігаються на глибинах 5-10 м і представлені переважно нижчими ракоподібними, зокрема веслоногими раками. Видове багатство зоопланктону на різних глибинах визначали за допомогою індекса Маргалефа. Найвище значення індекс мав на глибині 20 м – 1,48, хоча чисельність у цьому горизонті води була найменшою. На інших глибинах значення індексу було нижчими і складали 0,29-0,38 (видів виявили більше, хоча з меншою чисельністю) – 0,3-0,38.

Аналіз результатів і порівняно з дослідженнями десятилітньої давності свідчать про те, що протягом останньої декади розвиток зоопланктону (як його чисельність, так і кількість видів) збільшився. Практично на усіх глибинах чисельність гідробіонтів підвищилася, що дозволяє зробити припущення про успішне освоєння зоопланктоном екосистеми новоствореної водойми. Виходячи із показників чисельності літнього зоопланктону, він мав ротаторно-кладоцерний характер, переважали угруповання гіллястовусих раків; восени найбільш чисельно були представлені веслоногі раки. За чисельністю у зоопланктофауні

серед Cladocera переважала *Daphnia longiremis* O.F. Müller – представник пелагічної групи, серед Cyclopoida – представники рослиноїдних циклоподібних – види Calanoida, які чисельно переважають у зоопланктонному угрупованні серед циклоподібних.

Аналіз літніх і осінніх проб зоопланктону показав, що восени розвиток зоопланктону майже у два рази більший, ніж влітку, при майже удвічі меншій кількості видів. Це можна пояснити як акваторією відбору проб в озері, накопиченням у ньому органічної речовини восени, яка сприяє розвитку гідробіонтів і домінуванню видів, які є стійкими до її значної кількості.

Вороновська Н.-С., Мамчур З.

ПОШИРЕННЯ КАРАНТИННОГО ВИДУ *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. У РАДЕХІВСЬКІЙ ОТГ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: natalivska2001@gmail.com

Voronovska N.-S., Mamchur Z. THE SPREAD OF THE QUARANTINE *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA* L. IN THE RADEKHIV OTG. The spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. quarantine in the territory of Radekhiv OTG is observed. Developing a large aerial mass in the field, it is able to displace and suppress cultivated plants, and flower pollen is harmful to human health. The use of pesticides against quarantine species is an additional burden on ecosystems. Therefore, timely detection, forecast of spread, as well as methodical recommendations for the population to familiarize themselves with the bio-ecological features, possible ways of introduction and measures to eliminate foci to prevent the spread of *A. artemisiifolia* is extremely relevant.

Останніми роками значно погіршився екологічний та фітосанітарний стан агроценозів Малого Полісся, зокрема зростає шкодочинність збудників хвороб рослин, окремих видів шкідливих комах, простежується поширення адвентивних видів рослин, до яких належить амброзія полинолиста.

Ambrosia artemisiifolia L. походить із Північної Америки, є небезпечним видом, що стрімко розширює свій ареал на території України і відповідно до Переліку регульованих шкідливих організмів, визначених Законом України «Про карантин рослин» є карантинним об'єктом. Амброзія полинолиста здатна утворити потужні зарості за вегетаційний період, дуже добре розмножується насінням і таким чином створює несприятливі умови для розвитку культурних рослин, унаслідок чого знижується врожай, або і загибель рослин.

Метою нашої роботи було дослідження поширення карантинного виду *Ambrosia artemisiifolia* на території Радехівської ОТГ, зокрема в сільськогосподарських угіддях. У Радехівській ТГ карантинний вид *A. artemisiifolia* виявляли протягом 2008-2022 років. За даними фітосанітарної служби Радехівщини *A. artemisiifolia* поширена у чотирьох населених пунктах: м. Радехів, с. Бабичі, с. Вузлове, с. Павлів (табл.).

Населений пункт	Площа зараження, га (2008 р.)	Площа зараження, га (2022 р.)
м. Радехів	0,5	-
с. Бабичі	0,2	-
с. Вузлове	0,1	86,3
с. Павлів	0,2	158,84
Всього	1	245,14

Як показують дані, первинні осередки поширення і подальші спостереження за поширенням амброзії полинолистої розпочалися ще у 2008 р. і тривають досі. У с. Павлів виявлена найбільша ділянка за площею поширення карантинного виду. Найбільша популяція спостерігається при в'їзді на територію ТзОВ «Радехівський цукор», куди прилягає автодорога та залізничні колії. Проводиться скошування, проте воно не зупиняє

поширення амброзії. В основному території, на яких поширена амброзія полинолиста, – це промислові зони вздовж залізничних колій (м. Радехів, с. Павлів). Також цей вид знаходили на присадибних ділянках та землях іншого призначення (с. Бабичі, с. Вузлове).

Амброзія полинолиста є світло- та теплолюбною рослиною посушливих місцевостей. Саме такі екологічні умови формуються вздовж автомобільних і залізничних шляхів, сухий піщаний ґрунт, високий рівень освітлення території та невелика конкуренція з іншими видами рослин. На Радехівщині з 2008 року розроблені фітосанітарні заходи по боротьбі, локалізації та ліквідації *A. artemisiifolia*: проводиться регулярне скошування рослинності на узбіччях автошляхів та залізничних колій або знищення її хімічними препаратами, виконується моніторинг вогнищ та пошук імовірних нових вогнищ у визначені терміни.

Отже, поширення карантинного організму *A. artemisiifolia* на території Радехівської ОТГ збільшується практично щорічно. Розвиваючи велику надземну масу у польових умовах, вона здатна витісняти та пригнічувати культурні рослини. Квітковий пилок амброзії шкідливий для людини. У місцях її масового поширення, а саме у період цвітіння можуть спостерігатися алергійні захворювання людей. А використання пестицидів проти цього карантинного виду є додатковим навантаженням на екосистеми. Тому вчасне виявлення, прогноз поширення, а також методичні рекомендації населенню для ознайомлення із біоекологічними особливостями виду, можливими шляхами занесення та із заходами із ліквідації вогнищ попередження поширення *A. artemisiifolia* є надзвичайно актуальними.

Грицак В., Борецька І., Джура Н.

ОЦІНКА ТОКСИЧНОСТІ ДЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТІВ УНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: ira.boretska2017@gmail.com, VALENTYNA.HRYTSAK.BLE@lnu.edu.ua

Hrytsak V., Boretska I., Dzhura N. ASSESSMENT OF PHYTOXICITY OF SOIL DEGRADED AS A RESULT OF MILITARY ACTIONS. Technogenically contaminated soil from Mykolaiv and Kherson regions, where intense combat operations take place, was studied. Phytotoxicity of soil degraded as a result of military operations was assessed. *Helianthus annuus* L., *Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* L., *Linum usitatissimum* L. were used as phytotests. The studied samples showed a high level of toxicity: the phytotoxic effect was almost 70%.

Теперішня війна в Україні призводить не лише до непоправних людських втрат, але й до катастрофічних екологічних наслідків. За масштабами – це військово-техногенна екологічна катастрофа: у довкілля потрапляють тонни токсичних речовин, що отруюють воду, ґрунт і повітря. Хімічний слід, так як і руйнування, спричинені обстрілами, розтягнуть наслідки війни на десятиліття.

Військові дії мають потужний вплив на ґрунтові ресурси, без яких неможливий розвиток сільського господарства. Основними небезпечними речовинами, що забруднюють ґрунти, є сірка та сірчані сполуки, аміак, фосфор, вугільний пил, сірчана кислота і сульфатні сполуки, формальдегіди, свинець, ртуть, ванадій, кадмій та інші важкі метали, а також хімічні відходи різних підприємств, серед яких є високотоксичні (наприклад, мононітрохлорбензол).

Метою роботи було проведення оцінки фітотоксичності деградованих внаслідок військових дій ґрунтів. Фітотоксичність – здатність різних речовин здійснювати токсичний вплив на рослини. Ознаки фітотоксичної дії можуть проявлятися у зменшенні схожості й енергії проростання насіння, зниженні морфометричних показників тощо.

Для досліджень використовували техногенно забруднені ґрунти, які відбирали з територій, де велися активні бойові дії: № 1 і № 2 – ґрунти з містечка Снігурівка

Миколаївської області; № 3 – ґрунт зі села Котляреве Миколаївської області; № 4 – ґрунт зі села Олександрівка Херсонської області. Контролем був грунт, відібраний з умовно чистої території Львівської області.

Досліди закладали в лабораторних умовах. Наважку ґрунту 20 г поміщали в ступку, зволожували водою до 75% від повної вологоємкості. Ґрунтову суспензію переносили в чашки Петрі, покривали фільтрувальним папером і висівали насіння фітотестів: *Helianthus annuus* L., *Lepidium sativum* L., *Raphanus sativus* L., *Linum usitatissimum* L. Закриті чашки ставили в термостат при температурі + 24°С (Горова, 2004). Через 6 діб аналізували: відносну схожість насіння (ВСН), відносну довжину кореня (ВДК) та відносну висоту пагона (ВВП), що виражали у відсотках відносно контролю (Hawrot-Paw, 2009; Teaca, 2008).

Отримані результати показали високий рівень токсичності техногенно забруднених ґрунтів № 1 і № 2: фітотоксичний ефект становив майже 70%. Саме ці проби ґрунту були відібрані біля польової дороги, по якій їздить військова техніка. Ймовірно, що ці ґрунти забруднені паливно-мастильними матеріалами, відпрацьованими маслами, органічними розчинниками, у них можуть міститися нафтопродукти, а також поліциклічні ароматичні вуглеводні, які блокують доступність повітря та води у ґрунті, порушують його фізико-хімічні та біологічні властивості, створюють несприятливі умови для ґрунтових мікроорганізмів, росту і розвитку рослин.

Проведені дослідження – лише початковий етап при плануванні комплексних екологічних досліджень деградованих внаслідок бойових дій ґрунтів і розробці фіторемедіаційних технологій для їхнього відновлення.

Заблоцька К., Цвілинюк О.

ВПЛИВ САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК ЛЬОНУ НИЗЬКОГО (*LINUM HUMILI* MILL.) ТА ВІВСА ПОСІВНОГО (*AVENA SATIVA* L.).

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: katri4ka11@gmail.com

Zablotska K., Tsvilyniuk O. THE IMPACT OF SALICYLIC ACID ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF LOW FLAX (LINUM HUMILI MILL.) AND OATS (AVENA SATIVA L.). Today, society understands all the consequences of using pesticides in large quantities. Many people know that they are the main polluters of the environment. Pesticides are retained by soils, transported by wind, groundwater, living organisms along food chains and have a huge negative impact on the environment and human health. That is why a large number of enterprises use organic farming methods. One of these methods is the use of salicylic acid.

Пошук методів захисту рослин від стресових чинників – актуальне питання сьогодення, попри те, що боротьба із стресами біотичної природи (хвороби, шкідники) успішно здійснюється за допомогою пестицидів. Відомо, що пестициди утримуються ґрунтами, переносяться вітром, ґрунтовими водами, живими організмами по харчових ланцюгах, несуть негативний вплив на довкілля та здоров'я людей, особливо дітей. Їхні слідові кількості знаходять навіть там, де вони ніколи не застосовувалися. Саме тому ведеться пошук альтернативних методів захисту рослин, безпечних для середовища і його мешканців. Наприклад, обробка рослин розчином саліцилової кислоти (СК) в лабораторних умовах спричиняла підвищення імунітету рослин. Саліцилова кислота та споріднені сполуки мають значний вплив на різні біологічні аспекти в рослинах. Ці сполуки впливають неоднаково: гальмують одні процеси і підсилюють інші (Khodary, 2004). Один з механізмів впливу, за допомогою якого саліцилова кислота впливає на стійкість рослин до інфекцій, може бути пов'язаний з її здатністю спричинювати так

званий «окиснювальний спалах» - різке підвищення вмісту активних форм кисню (АФК) у клітинах і позаклітинному середовищі. АФК виконують сигнальні функції та беруть безпосередньо участь у захисті рослин від патогенів (Колупаєв та ін., 2006). Переважно саліцилову кислоту використовують двома способами: обприскування вегетуючих рослин або ж передпосівне замочування.

Тест-об’єктами дослідження були рослини льону низького (*Linum humili*) сорту Синевир та вівса посівного (*Avena sativa*) сорту Артур. Передпосівний обробіток проводився двома концентраціями саліцилової кислоти: $1x10^{-4}$М та $1x10^{-5}$М. Контролем слугувала чиста вода. Насіння замочувалось у розчинах протягом 3-х годин. Кожні 30 хвилин насіння помішувалось для насичення киснем. Мокре насіння тест-об’єктів після замочування висіяли 19 травня 2021 р. при температурі 11^0С та вологій похмурій погоді. Через місяць вимірювали морфометричні показники тест-об’єктів.

Результати показали, що СК стимулювала ріст пагонів тест-об’єктів при різних концентраціях. Для льону низького кращий результат показала концентрація $1x10^{-4}$М (приріст рослин перевищував контроль на 12%), для вівса посівного – навпаки – $1x10^{-5}$М (приріст складав 15%). У свою чергу, концентрації, які покращували ріст пагонів рослин, стимулювали і приріст їх сирої маси. При концентрації $1x10^{-4}$М сира маса льону низького зростала на 70%, при цьому за впливу концентрації $1x10^{-5}$М сира маса вівса зростала на 35%.

Отже, синтетичний аналог фітогормону саліцилової кислоти має видоспецифічний позитивний вплив на початкові етапи розвитку рослин льону низького та вівса посівного.

Зіньковський А., Трохимець В., Савицький О., Гупало О., Дикий І., Луценко Д., Березкіна А., Ла Меса М.

ВИДОВИЙ СКЛАД, РОЗПОДІЛ І ПРЕДСТВЛЕНІСТЬ ІХТІОЦЕНОЗУ ПРИБЕРЕЖНИХ ВОД АРГЕНТИНСЬКИХ ОСТРОВІВ

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, 01601, Україна
e-mail: zinkovskyiartem4@gmail.com

Trokhymets V., Savytskiy O., Zinkovskyi A., Gupalo O., Dykyy I., Lutsenko I., Berezkina A., La Mesa M. SPECIES COMPOSITION, DISTRIBUTION OF THE ICHTHIOCENOSIS OF THE ARGENTINE ISLANDS COASTAL WATERS. In the period from 2006 to 2017, 14 species were recorded in the inshore waters of the Argentine islands. The most common species (followed in decreasing abundance) are *Notothenia coriiceps, Chaenocephalus aceratus*, *N. rossii*, *Trematomus newnesi* and *T. bernacchii*. The study area is important as a spawning and a nursery area (perhaps the most southerly in their range) of *Notothenia* spp., *Harpagifer* antarcticus, *Trematomus* spp., *Parachaenichthys charcoti* and *C. aceratus*. Also, this region is the southernmost point of the range of some subantarctic species

Протягом останніх трьох десятиліть було проведено ряд міждисциплінарних досліджень морських екосистем біля Західного Антарктичного півострова (WAP), який є одним з найбільш постраждалих від глобальної зміни клімату районів Південного океану. Доповнюючи попередні дослідження, ми надаємо нові дані про видовий склад, структуру популяцій та відносну чисельність рибного угруповання прибережних вод Аргентинських островів (море Беллінгхаузена, Антарктика). В цій доповіді висвітлено частину вже опублікованих результатів (Trokhymets, 2022).

Особини риб виловлювали під час чотирьох експедицій (тривалість кожної складав один рік) протягом десяти років (з 2006 по 2017). Збір матеріалу проводився за допомогою гачкових знарядь лову (донних вудок) на глибині 5-50 м протягом 3-4 годин на день.

Всього було проведено 227 вилови, зібрано 1 485 особин з 14 видів. Більшість риб (11 видів) належить до Nototheniidae. *Notothenia coriiceps* є найпоширенішим видом, за яким,

в порядку зменшення чисельності, йдуть *Chaenocephalus aceratus*, *N. rossii*, *Trematomus newnesi* та *T. bernacchii*. Видове багатство іхтіофауни в 2016-2017 сильно збільшується в порівнянні з 2006-2010: показники індексу Шеннона та Маргалефа збільшуються з 0,40-0,84 та 0,78-0,86 до, відповідно, 1,27 та 1,98. Це, однак, пояснюється більш оптимальними умовами для лову під час цієї експедиції. Видовий склад цього іхтіоценозу співпадає з іхтіоценозами сусідніх районів уздовж WAP, таких як узбережжя Данко (Casuax et al. 2003) та архіпелаг Палмер (Daniels and Lipps 1982), які, однак, розташовані північніше. Тут в значній кількості зафіксовані типово субантарктичні види (*N. rossii*, *Parachaenichthys charcoti*, *C. aceratus, Harpagifer antarcticus*), що вказує на дану територію як на саму південну точку їх ареалу.

Досліджувана територія представляє особливий інтерес з екологічної точки зору, бо в цій акваторії були зафіксовані особини *H. antarcticus, T. newnesi*, *P. charcoti* та *C. aceratus* з нерестовою стадією розвитку гонад. Також в місці досліджень відловлювали значну кількість ювенільних та молодих особин *Notothenia* spp. і *T. bernacchii.* Це вказує на важливість цієї території як місця розмноження та дозрівання деяких видів риб. Також це свідчить про те, що представники цих видів не були виловлені тут випадково, а регіон Аргентинських островів є саме частиною їх ареалу.

Зсув ареалу субантарктичних видів в південному напрямку може свідчити про збільшення середньої річної температури води Південного океану в цих широтах, що є наслідком глобальної зміни клімату.

Автори вдячні Національному антарктичному науковому центру України за фінансування, організацію збору та транспортування зразків. Також ми вдячні Інституту біології та медицини Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Інституту гідробіології НАН України за надання всього лабораторного обладнання.

Некрасова К.

СПЕЦИФІКА ПОШИРЕННЯ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН НА ТЕРИТОРІЇ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА»

Сумський національний аграрний університет
вул. Герасима Кондратьєва, 160, м. Суми, 40000, Україна
e-mail: korshikovakatya@ukr.net

Nekrasova K. SPECIFIC DISTRIBUTION OF RARE PLANT SPECIES IN THE TERRITORY OF THE MIKHAILIVSKA TSYLINA NATURE RESERVE. An important component of the flora of the Mikhailivska Tsylina Nature Reserve, around which all nature conservation measures are built, are plant species that have nature conservation status. 15 species of plants that are listed in the Red Book of Ukraine and 30 species that are protected at the local level grow on the territory of the reserve. Spatial distribution of rare species is heterogeneous. The main features of rare species and the reasons for qualitative and quantitative differences in their distribution on the territory of the reserve are briefly described in this publication.

Природний заповідник «Михайлівська цілина» є невеликою за площею ділянкою лучного степу і перелогів, з яких 202,5 га – історична територія, яка репрезентує найпівденніший варіант північних лучних степів лісостепової зони України (Лавренко, 1928), а інша частина заповідника, 680,4 га – нова територія, яка є колишньою охоронною зоною (Ларіонов, 2022). Загальна площа заповідника становить 882,9 га, розташований у Сумському та, частково, Роменському районах Сумської області.

Сучасний список флори «Михайлівської цілини» налічує 609 видів судинних рослин, з яких 45 – мають природоохоронний статус (Коломійчук та ін., 2021). Видів занесених до Червоної книги України – 15, до Червоного списку МСОП – 2, до Європейського червоного списку – 1, до Додатку Бернської конвенції – 4, до додатку конвенції CITEC – 1.

Поширеність рідкісних видів рослин на території природного заповідника неоднорідна. Серед видів, які занесені до Червоної книги України найбільшою видовою різноманітністю характеризується рід *Stipa* (*S. capillata* L., *S. pennata* L., *S. tirsa* Steven). Більша частина рідкісних видів рослин заповідника поширена тільки на історичній території (202,5 га), до таких належать: *Astragalus dasyanthus* Pall., *Adonis vernalis* L., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., *P. patens* (L.) Mill. s.l., *Dracocephalum ruyschiana* L., *Stipa tirsa* Steven. *S. pennata* L. та *S. capillata* L. кількісно більше представлені на історичній території, але фіксуються і на новій території. Тут можуть траплятися як поодиноко, так і у складі невеликих угруповань.

До Зеленої книги України (2009) занесені 2 рослинні формації – *Stipeta capillatae* та *Stipeta pennatae*, обидві зафіксовані лише на території історичної частини заповідника (Ткаченко та ін., 2003).

На регіональному рівні у заповіднику охороняються 30 видів рослин. На території історичної частини заповідника можна побачити всіх представників даної природоохоронної категорії. На новій території зафіксовано 6 видів рослин, які охороняються на регіональному рівні, з них кількісно найбільше представленими є: *Linum austriacum* L., *Campanula persicifolia* L., *Oxytropis pilosa* (L.) DC. (Ларіонов, 2022).

Отже, унікальність «Михайлівської цілини» полягає в тому, що вона репрезентує особливі, лучні степи, які в минулому були поширені в лісостеповій частині України, зокрема, на Сумщині. Історична частина заповідника характеризується значно більшою насиченістю рідкісних видів рослин, порівняно з новою територією. Останні дані свідчать про те, що зі усієї маси представників флори заповідника, які мають природоохоронний статус, на новій території траплятися лише 15,5 % цих рідкісних видів. Причиною даного явища є цілий комплекс факторів, з яких основними все ж можна вважати історичну відмінність у режимності територій, які входять до складу заповідника, та наявність навколо історичної ділянки лісосмуги, яка значно зменшує можливість поширення рідкісних видів.

Паращак І., Дрозд І.

АНАЛІЗ СТАНУ ПОПУЛЯЦІЙ *PRIMULA VERIS* L. НА ТЕРИТОРІЇ ДРОГОБИЦЬКОГО ПЕРЕДГІР’Я

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

Paraschak I., Drozd I. ANALYSIS OF THE STATUS OF PRIMULA VERISL POPULATIONS. ON THE TERRITORY OF DROHOBYCH FOOTHILLS**.** The state of Primula veris L. populations on the territory of Drohobytsky foothills was studied. The abundance of growth and density of cenopopulations on the territory of Ranevytskyi and Truskavetskyi forestry were determined. It was found that the populations of Primula veris L. included individuals of all levels of vitality, differed in the indicators of projective coverage, but were not sufficiently resistant and not adapted to anthropogenic load.

Первоцвіт весняний (*Primula veris* L.) – багаторічна трав’яна рослина родини *Primulaceae*, який росте у помірному поясі по всій Європі від Ірландії до Уралу, Криму, Кавказу та Ірану. Це цінна лікарська, харчова, вітамінна, медоносна, фарбувальна та декоративна рослина. Широко використовується у народній та офіцинальній медицині. Всі частини рослини містять біологічно активні речовини, зокрема глікозиди (примверин і примулаверин), сапоніни, втаміни С та А, дубильні речовини та ефірні олії. Росте *P. veris* у світлих широколистяних, мішаних лісах, серед чагарників, на галявинах, узліссях, парках та на узбіччях доріг. Рослини надають перевагу сухим або помірно вологим вапняним ґрунтам, проте трапляються і на більш кислих ґрунтах.

З метою вивчення стану популяцій *P. veris* у межах Дрогобицького району було обрано дві пробні площі, на яких цей вид поширений. Досліджувані площі знаходились на території ДП «Дрогобицьке лісове господарство» у Раневицькому (пробна площа №1) та Трускавецькому (пробна площа №2) лісництвах.

У результаті досліджень встановлено, що на пробній площі №1 *P. veris* не утворювала щільних агрегацій і з траплялася із рясністю Sp (sparsae) 10%. Вид ріс як поодинокими екземплярами, так і куртинами до 9-ти і більше рослин. У затінених ділянках тривалість генеративної фази особин в онтогенезі була довшою, ніж у особин, які росли на відкритих галявинах. На пробній площі №2 *P. veris* разом з іншими видами ефемероїдних рослин траплялася на галявинах, уздовж лісової дороги, на світлих ділянках лісу з рясністю Sol (solitaries) 5%. Запаси цього виду на цих площах з кожним роком зменшуються, переважно, внаслідок зривання на букети та витоптування. Дослідження показали, що популяції *P. veris* на пробній площі №2 містили у своєму складі особини всіх рівнів життєвості, частка особин, які не вступали у генеративну фазу була незначною. Необхідно зазначити, що рослини були недостатньо стійкими та не пристосованими до антропогенного навантаження. На досліджуваних площах спостерігалась незначна відмінність щільності особин *P. veris.* Середня щільність популяції на пробній площі №1 Раневицького лісництва становила 32 особин/м^2, на пробній площі №2 Трускавецького лісництва – 24 особин/м^2.

Отже, на території Дрогобицького передгір'я досліджені популяції *P. veris* відрізнялись за показниками проєктивного покриття, що підтверджує їх нерівномірне зростання за різних умов антропогенного навантаження. Висока декоративність та ранній термін цвітіння виду призводить до знищення підземних частин та масового збору квітконосів. Це сприяє послабленню та пригніченню насіннєвого поновлення популяцій, що зумовлює до їх поступової деградації та зникнення.

Полотнянко Л.

ЗМІНИ МОРФОЛОГІЧНИХ ТА ПОВЕДІНКОВИХ ПОКАЗНИКІВ КОРОПА ЛУСКАТОГО *CYPRINUS CARPIO L.* ЗА ДІЇ МІКОТОКСИНУ Т2

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
вул Гетьмана Полуботка, 53, 14037 м. Чернігів
e-mail: mekhedolga@gmail.com

Polotnyanko L. CHANGES IN MORPHOLOGICAL AND BEHAVIORAL INDICATORS OF SCALED CARP Cyprinus carpio L. UNDER THE ACTION OF MYCOTOXIN T2. When fish are poisoned with T-2 toxin, a general inhibition of behavior, lack of reaction to external stimuli, complete rejection of feed, darkening of the skin, and hemorrhages were observed. The formation of a light border on the fins, their partial necrotization, hemorrhages on the surface of the body and on the fins were also observed. During pathological examination, pallor, hyperemia, swelling of parenchymal organs, inflammation, the presence of hemorrhages in the mucous layer of the intestine and a large amount of cloudy yellow-white mucus were observed. Characteristic blood clots (thrombi) in the atria and in large blood vessels.

При отруєнні риб Т-2-токсином спостерігали загальне пригноблення риб, відсутність реакції на зовнішні подразнення, повну відмову від корму, потемніння шкіряного покриву, крововиливи. Перед загибеллю риби заковтували повітря, порушувалась координація рухів. Також спостерігали утворення світлої кайми на плавцях, їх часткову некротизацию, крововиливи на поверхні тіла та на плавцях. Подібні зміни було описано за впливу на риб гербіцидів (Мусієнко та ін., 2005; Коваль та ін., 2010). При патологічному розкритті спостерігали: збліднення, гіперимію, набряклість паренхіматозних органів, запалення, наявність крововиливів в слизовому шарі кишечника і велику кількість в ньому каламутного жовто-білого слизу. Характерні згустки крові в предсерді і у великих кровоносних судинах.

Таким чином, Т-2-токсин надає иммунодепресивну дію та впливає на кровоносну систему, змінюючи проникність та пружність судин.

Притула С., Мамчур З.

СФАГНОВІ МОХИ ДОВБОШАНСЬКОГО ПІДРАЙОНУ СКИБОВИХ ҐОРҐАН

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79000, Україна
e-mail: sergii.prytula08@gmail.com

Prytula S., Mamchur Z. Sphagnum mosses play an important role in preserving water resources and maintaining biodiversity in mountain ecosystems. They can also store carbon in the form of dead material, which helps reduce carbon in the atmosphere and fight global climate change. In general, the bryobiota of the Dovbushansky subdistrict is poorly studied, during 2020–2022, research was conducted on the territory, where more than 60 herbarium specimens of sphagnum mosses were collected and 10 species were identified

Довбушанський підрайон охоплює межиріччя Бистриці-Надвірнянської–Пруту в межах морфоструктур Сколівської і Парашки. Південніше розміщений один із найтиповіших Ґорганських хребтів — Довбушанка (найвищі вершини – Довбушанка, 1 754,6 м і Ведмежик (1 736,0 м), який сформувався на південній смузі ямненсьих пісковиків скиби Парашки. Серед інших горганських хребтів він вирізняється масивністю, різкістю форм (структурні уступи, урвища), великими площами кам’яних розсипів. Уздовж гострого скелястого гребеня, який з’єднує вершини Синяк і Малий Ґорган, у ямненських пісковиках утворилося ровоподібне зниження. Підрайон сильно розчленований притоками р. Бистриці-Надвірнянської, Пруту, Зелениці, Прутця-Яблунецького та ін. Багато потоків є селенебезпечними. Більша частина території Довбушанського підрайону належить до державного заповідника „Ґорґани” (площа 5 341 га) (Кравчук, 2006).

Загалом, бріобіота Зовнішніх Ґорґан вивчена слабо, є окремі дані про види сфагнів у працях «Флора печіночних і сфагнових мохів України» (Зеров, 1964) та «Мохоподібні Українських Карпат» (Зеров, Партика, 1975). У Довбошанському підрайоні Зовнішніх (Скибових) Ґорґан найбільш дослідженою щодо бріорізноманіття є територія Природного заповідника «Ґорґани» (Клімук Ю.В. та ін., 2006). Зокрема, за даними С. Нипорко у монографії подано 11 видів роду *Sphagnum* із детальним описом місцезнаходженням на території заповідника.

Метою роботи було виявлення видового складу та екологічних особливостей сфагнів зазначеної території. Упродовж 2020–2022 років були проведені дослідження на території Довбошанського підрайону (територія Природного заповідника «Ґорґани» (беріг річки Бистриці Надвірнянської, потік Джурджинець, гори Полєнский та Пікун), гори: Хом’як, Синяк, Явірник, Малий Ґорґан), де було зібрано понад 60 гербарних зразків сфагнових мохів та ідентифіковано 10 видів: *Sphagnum girgensohnii* Russow, *S. russowii* Warnst., *S. capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *S. quinquefarium* (Braithw.) Warnst., *S. squarrosum* Crome., *S. flexuosum* Dozy et Molk., *S. palustre* L., *S. fallax* (Klinggr.) Klinggr (var. *recurvum*), *S. cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm., *S. centrale* C. Jensen.

Проведена екологічна характеристика сфагнових мохів за трьома параметрами: відношення до світла, до вологості та кислотності субстрату. *S. girgensohnii* є гемісціофітом, гігрофіт - гідрогігрофіт, ацидофіл – гіперацидофіл, *S. russowii* – субгеліофіт, гігромезофіт-гідрофіт, ацидофіл, *S. capillifolium* – субгеліофіт, гігро-гідрогігрофіт, ацидофіл, *S. quinquefarium* – гемісціофіт, гігромезофіт, ацидофіл, *S. squarrosum* – гемісціофіт- субгеліофіт, гігрофіт-гідрофіт, субацидофіл-ацидофіл, *S. flexuosum* – субгеліофіт, гігрофіт- гідрофіт, ацидофіл, *S. palustre* – субгеліофіт, гігрогідрофіт, ацидофіл, *S. centrale* – субгеліофіт, гігромезофіт-гігрофіт, гіперацидофіл-ацидофіл, *S. fallax* – субгеліофіт, гігрофіт-гідрофіт, ацидофіл.

Найпоширенішими видами на цій території за даними наших досліджень є *S. quinquefarium* (22 зразків), *S. capillifolium* (19 зразків), *S. russowii* (5 зразків), *S. squarrosum* (5 зразків). Зазначені види є типовими для гірського масиву Ґорґани, трапляються переважно у таких оселищах: низинні і перехідні болота, широколистяні листопадні ліси, хвойні ліси, осипи (характерний біотоп для усього гірського масиву Ґорґани). За ступенем гемеробності переважають види агемероби-мезогемероби.

Сфагнові мохи відіграють важливу роль у збереженні водних ресурсів та підтриманні біорізноманіття в екосистемах гірських регіонів. Вони також можуть зберігати вуглець у вигляді відмерлого матеріалу, що сприяє зниженню вмісту вуглецю в атмосфері та боротьбі з глобальними змінами клімату.

Савшак А., Волошанська С.

ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ УМОВ РОСТУ *ORIGANUM VULGARE* L. В ЛУЧНИХ БІОЦЕНОЗАХ ДРОГОБИЧЧИНИ

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
вул. Шевченка, 23, м. Дрогобич, 82100, Україна
e-mail: svitlana.voloshanska@gmail.com

Savshak A., Voloshanska S. ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF ORIGANUM VULGARE GROWTH IN THE MEADOW BIOCENOSES OF DROHOBYCH DISTRICT. The ecological and biological features of the growth of *O. vulgare* in the lowland and foothills of Drohobych district were studied. Phytocenotic characteristics and biometric indicators of plants have been established. It was found that the ecological factors of the environment influenced the growth and development of *O. vulgare*. The plants of the species reached the maximum biometric indicators during the flowering period.

Origanum vulgare L. – ефіроолійна рослина родини *Lamiaceae*, що має широке практичне використання у медицині (самостійно та в комплексі з іншими рослинами), харчовій промисловості, завдяки наявності складного комплексу біологічно активних речовин та ефірної олії. Вид у природі росте на галявинах, сухих луках, у світлих лісах. За останні десятиліття через негативний вплив антропогенних чинників та кліматичних змін популяції *O. vulgare* значно скоротилися. Ураховуючи вищезазначене, вивчення еколого-біологічних особливостей умов росту *O. vulgare* в природних біоценозах є актуальною проблемою.

З метою досліджень фітоценотичних умов росту та визначення біометричних показників рослин *O. vulgare* було обрано дві пробні моніторингові площі в межах Дрогобиччини. Ділянка №1 – низинна територія, ділянка №2 – територія передгір'я. Моніторингові площі були відібрані з урахуванням різного ступеня рекреаційного впливу на фітоценози, що пов'язано із чутливістю виду до антропогенного навантаження та сукцесійних процесів.

У результаті досліджень встановлено, що материнка звичайна надавала перевагу відкритим ділянкам, де не відігравала домінуючої ролі, а росла серед чагарників та високотрав'я невеликими скупченнями. По відношенню до вологи *O. vulgare* – мезофіт, щодо світла – світлолюбний вид. Рослини росли переважно на дерново-підзолистих та лучних ґрунтах, які були характерними для моніторингових пробних площ. Життєва форма *O. vulgare,* яка визначалась за класифікацією К. Раункієром, – хамефіт. У рослин бруньки відновлення знаходились на рівні ґрунту, тому цей вид відносять до гемікриптофітів.

У досліджуваних рослин *O. vulgare*, залежно від умов росту, виявлено варіювання за показниками довжини й кількості пагонів. Пагони рослин за ступенем здерев'яніння – трав'янисті. Встановлено, що на першому році вегетації у всіх досліджуваних рослин – один вегетативний пагін. Середня висота пагона *O. vulgare* з пробної площі №1 становила 15,4±1,7 см, тоді як на пробній площі №2 – 12,2±1,3 см. У наступні періоди росту кількість вегетативних пагонів та їх довжина у рослин збільшувались на обох ділянках. Так, на

пробній площі №1 середня висота рослин становила 68,4±2,2 см, а на пробній площі №2 – 57,3±1,9 см. Довжина листкової пластинки варіювала в межах 0,7–2,3 см, а ширина 0,5–1,3 см. Рослини виду досягали максимальних біометричних показників у період цвітіння. У рослин була сформована китицекоренева, короткокореневищна система.

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що екологічні фактори довкілля мали вплив на ріст і розвиток *O. vulgare*, зокрема на біометричні показники рослин.

Чвалюк Г., Галиняк О., Грубінко В.

ВПЛИВ ВЖИВАННЯ *CHLORELLA VULGARIS*, ЯКА МІСТИЛА КАЛІЙ ЙОДИД ТА СЕЛЕНІТ (III), НА РІВЕНЬ ХОЛЕСТЕРИНУ У КРОВІ ЩУРІВ

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027
e-mail: 0986372888g@gmail.com

Chvaliuk H., Halynyak O., Hrubinko V. THE EFFECT OF *CHLORELLA VULGARIS* ON THE LEVEL OF CHOLESTEROL IN THE BLOOD OF RATS IN THE PRESENCE OF POTASSIUM, IODINE, AND SELENET. In this experiment, chlorella biomass showed an antihyperlipidemic effect on seedlings. The obtained fractions of lipoproteins (LP) from Chlorella helped to reduce the level of steroids in the blood serum of the studied rats. Increases in serum lipid levels were almost equally inhibited by feeding a mixture of chlorella with potassium iodine, selenite (III) and without water-based chlorella. It was concluded that feeding each fraction inhibited the absorption of exogenous steroids and promoted the turnover of bile acids in the liver to provide an increase in serum cholesterol (Sano T., Kumamoto Y., Kamiya N., Okuda M. & Tanaka Y., 1988).

Chlorella vulgaris – зелена одноклітинна водорість, яка має різноманітне фармакологічне застосування, включно антигіперліпідемічну дію (Bito T., Okumura E., Fujishima M., Watanabe F., 2020). Порушення динамічної рівноваги між процесами, що постачають холестерин та виводять його з організму, призводить до надмірного накопичення стеролу в клітинах та екстрацелюлярних просторах — клініко-біохімічного синдрому холестеринозу (Лопухин Ю.М., 1983), проявами якого є сімейні (спадкові) гіперхолестеринемії та атеросклероз (Губський Ю.І., 2000). *Chlorella vulgaris* може використовуватися для запобігання кишковому всмоктуванню надлишкових ліпідів із щоденного харчування та, як наслідок, для запобігання гіперліпідемії, а також атеросклерозу (Jong-Yuh Cherng, Mei-Fen Shih, 2005), а відтак, здатна, наприклад, зменшувати ліпемію у мишей, яких годували дієтою з високим вмістом жиру (Chovaninko M., 2001).

Робота носила експериментальний характер і була виконана з використанням 25 лабораторних білих щурів-самців. Піддослідні тварини (статевозрілі білі нелінійні щури масою 170-180 г) були розділені на 3 групи: I група (контрольна) – 9 щурів, які щоденно впродовж 14 діб вживали напій з Хлорелою, що містив 120 мг білку в 1 мл водорестової біомаси; II група – 8 щурів, які вживали аналогічний розчин Хлорели з вмістом калію йодиду (20 мг/л); III група тварин – 8 особин, які вживали розчин калію йодиду разом з селенітом (III) (по 20 мг/л). Тварини споживали водоростеву суспензію під час вільного пиття рідини, яка містила хлорелу.

Експериментальні дослідження були проведені з дотриманням усіх етичних норм та принципів щодо проведення експериментів на дослідних тваринах.

В результаті проведених досліджень вмісту холестерину в сироватці крові щурів було доведено здатність до запобігання дисліпідемії за допомогою мікроводорості виду *Chlorella vulgaris*. Згодовування *Chlorella vulgaris* пригнічує всмоктування екзогенних стероїдів і сприяє обороту жовчних кислот у печінці, зменшує підвищення рівня холестерину в сироватці крові щурів (Sano T., Kumamoto Y., Kamiya N., Okuda M. & Tanaka Y., 1988). У тварин II групи вміст холестерину у сироватці крові 1,19 раза (на 18,58 %)

нижчий порівняно з контролем, а у тварин ІІІ групи – рівень холестерину у сироватці крові був нижчим від контрольного показника у 1,23 раза (на 23,47%).

Аналіз впливу *Chlorella*-добавки щодо факторів ризику розвитку ожиріння та потенційних серцево-судинних захворювань показали, що вони покращують рівень загального холестерину, рівень холестерину ліпопротеїнів низької щільності, систолічний артеріальний тиск, діастолічний артеріальний тиск і рівень глюкози в крові натщесерце, але не тригліцеридів та рівнів холестерину ліпопротеїнів високої щільності. Ці сприятливі ефекти *Chlorella* можуть бути наслідком синергізму між кількома поживними речовинами та антиоксидантними сполуками, які входять до складу водорості (Луців А.І., 2016; Лукашів О.Я., 2017).

Януль В.

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ УГРУПОВАНЬ ПАВУКІВ СТАРОВІКОВИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Інститут екології Карпат НАН України
Вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79026, Україна
e-mail: vasilyanul2298@gmail.com

Yanul V. STATE OF STUDY AND PERSPECTIVES OF RESEARCH OF SPIDER COMMUNITIES IN OLD-GROWTH FORESTS OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS. Studies of spider fauna in the Ukrainian Carpathians have a long period of data accumulating. However, the known data on spiders in old-growth forests includes only a few regions, namely the Carpathian biosphere reserve, mountain massif Chornohora, and Bukovina, but even their studies are far from being completed. To be reliable, further research on spider communities should be carried out with clustering and ordination methods.

Вивчення аранеофауни Українських Карпат тривають від XIX століття і до сьогодні, проте угрупованням павуків старовікових лісів та пралісів присвячена дуже незначна частина праць. Зокрема, одними з найвагоміших є роботи стосовно букових пралісів Угольсько-Широколужанського масиву (Прокопенко, Чумак, 2017) та Буковини (Федоряк, Талах, Євтушенко, 2007). На території Буковинських Карпат, видове багатство угруповань павуків чистих і мішаних букових лісів та сформованих у процесі їх розвитку «вікон поновлення» становить лише 23 види. Серед 83-х видів павуків, виявлених у букових пралісах Карпатського біосферного заповідника (Угольсько-Широколужанський масив), під наметом лісу трапляється 70 видів, на лісових прогалинах – 50 видів, і на екотоні між ними – 51 вид. Мало дослідженими є старовікові смерекові ліси. Деякі дані щодо павуків цієї лісової формації відомі з Чорногірського масиву, та містять вказівки про 26 видів павуків, дещо менше видів тут виявлено в старовікових букових лісах – 23 види (Hirna, Gnelitsa, Zhukovets, 2016). Згідно з наведеними вище працями, старовірові ліси населяють як евритопні лісові види, так і рідкісні види та ендеміки Карпат.

Попри вагому роль, яку відіграють павуки в лісових екосистемах, для Українських Карпат відсутні систематизовані дані стосовно їх угруповань у старовікових лісах і пралісах. Це стосується навіть тих територій, де ці екосистеми включені до переліку світової спадщини ЮНЕСКО.

Фауністичні дані, такі як списки видів тієї чи іншої території, безумовно є важливими для інвентаризації, проте вони не відображають функціонального різноманіття тварин в екосистемах. Нажаль, переважна більшість робіт щодо павуків Українських Карпат містить емпірично-описовий характер висвітлення особливостей досліджуваних угруповань, тоді як сучасний підхід потребує комплексного застосуванням статистичного аналізу даних, у тому числі шляхом їх кластеризації та ординації. Використання цього підходу дозволяє чіткіше простежити взаємозв'язок між факторами середовища та структурою угруповань, а також виокремити ті чинники, які мають істотний вплив на їх формування.

Jarosiewicz A., Bigus K.

PARTICULAR MATTER AND BENZO(A)PIRENE AS A DANGEROUS AIR POLLUTANTS - CASE STUDY FOR THE POMERANIAN VOIVODESHIP

Pomeranian University in Słupsk, Institute of Biology and Earth Sciences
Arciszewskiego 22b, 76-200 Słupsk, Poland
e-mail: anna.jarosiewicz@apsl.edu.pl

Ambient air pollution is one of the greatest environmental threats to the health of Europe’s inhabitants and is a major cause of premature death and disease. This risk is caused mainly by the high concentration of particular matter and related pollutants (e.g. benzo (a) pyrene) (Guerreiro et al., 2016; WHO 2021). Despite the fact that in recent years it has been possible to significantly reduce emissions and exposure to air pollutants, dust particles or some organic compounds still are a serious threat to EU inhabitants (EEA, 2021). In the European Union in 2019 about 307,000 people died prematurely due to exposure to particulate pollution, and the annual cost of treating lung diseases alone in the EU is approximately EUR 100 billion, which translates to approximately EUR 120 per capita per year (Saldok, 2014).

Poland still belongs to the group of European countries with one of the worst air quality. Apart from the high concentrations of a particular matter, which in the case of PM2.5 fall within the standards set by the EU only in recent years, the chemical composition of the PM is also alarming. It is mainly about the concentration of benzo(a)pyrene which is uniquely high. The health consequences of poor air quality are serious. According to the EEA report, air pollution in Poland alone with PM2.5 causes about 46,000 premature deaths annually (122 premature deaths per 100,000 inhabitants), and shortens the life of inhabitants by 1.5 years (Jakość, 2022; Oddychaj Polsko, 2020).

The annual emission of particulate matter in the Pomeranian Voivodeship is approximately 16.5 thousand tonnes of PM10 and about 12.3 thousand tons of PM2.5, and about 7 tons of benzo(a)pyrene. The main source of both pollutants, as in the whole of Poland, is municipal and living activities. The emission related to municipal management in the Pomeranian Voivodeship is responsible for over 74% of the total PM10 emissions. In the case of PM2.5 and BaP, it is over 90% (*Raport – Roczna ocena jakości powietrza w województwie pomorskim za rok 2021, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska*, 2022). Despite the noticeable first signs of improvement in the quality of air in the Pomeranian Voivodeship, it does not meet the levels of PM10, MP 2.5 and BaP recommended by the World Health Organization, and therefore may pose a potential threat to human health and life. The most visible are the disproportions for benzo(a)pyrene, for which the WHO recommendations regarding the average annual concentration are 0.12 ng / m3, and for example, in 2021 its concentration was respectively 1 ng / m3 and 3.7 ng / m3 for The Tri-City Agglomeration and the Pomeranian Zone.

Kurhaluk N.[1], Tkaczenko H.[1], Hetmański T.[2], Włodarkiewicz A.[3], Tomin V.[3]

INFLUENCE OF VARIED ENVIRONMENTAL-INDUCED STRESS ON THE ANTIOXIDANT DEFENSES IN THE SKELETAL AND CARDIAC MUSCLE TISSUES OF PIGEONS (*COLUMBA LIVIA* F. *URBANA*) LIVING IN DIFFERENT CONTAMINATED AREAS

[1]Department of Biology, Institute of Biology and Earth Sciences,
Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland
[2]Department of Earth Sciences, Institute of Biology and Earth Sciences,
Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland
[3]Department of Physics, Institute of Science and Technology,
Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland;
22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland

Pigeons have been used as biomonitor species of organic- and non-organic-induced environmental pollution. Different internal organs of birds can be used for research, and eggs,

feathers, or blood can be tested as well (Hoff Brait and Antoniosi Filho, 2011; Frantz et al., 2012; Pei et al., 2017). Investigation results have also shown that urban pigeons have several times higher levels of heavy metals accumulated in their tissues than domestic pigeons (Kouddane et al., 2016). The pigeon is an almost ideal animal for monitoring a narrow range of environmental lead burdens (Drasch et al., 1987).

Many metals are capable of generating reactive oxygen species (ROS) and inducing oxidative damage, and may therefore lead to changes in oxidative regulation (Rainio et al., 2013). Organisms have evolved complex mechanisms of antioxidant defense which has an important role in the protection of organisms against oxidative stress caused by ROS. Any imbalance between oxidative stress and antioxidant defense can depress fitness and health components and accelerate physiological disorders and senescence (Saino et al., 2011). Antioxidant enzymes can also protect cellular compounds against damage induced by free radicals at a heavy metal impact. Superoxide dismutases (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidases (GPx) are important antioxidant enzymes (Koivula et al. 2011; Pizzino et al. 2017). SOD decomposes superoxide radicals ($O_2^{\bullet-}$) and produces H_2O_2. H_2O_2 is subsequently removed to water by CAT in the peroxisomes or by GPx oxidizing GSH in the cytosol (Koivula and Eeva 2010). The activities of these enzymes have been used to assess oxidative stress in cells.

The current study aimed to assess the influence of varied environmental-induced stress on pigeons living in different contaminated areas (Szpęgawa and Słupsk, Pomeranian Voivodeship, Northern Poland) on the oxidative parameters in the muscle tissue (total antioxidant capacity, activities of antioxidant enzymes) and contents of heavy metals. The main goals of the study were: (i) to determine whether the metal contents differ between soil and feathers of pigeons living in areas with different levels of anthropopressure; (ii) to evaluate the relationship between heavy metals and antioxidant defense biomarkers in the muscle tissues (skeletal and cardiac) of pigeons.

The research was conducted in the Słupsk and Szpęgawa located in the Pomeranian Voivodeship, northern Poland. Słupsk (N 54°27’ 57.681” E 17°1’ 50.366”) is a city with 90 thousand inhabitants located in the central part of Pomerania. Szpęgawa is a village located about 120 km east of Słupsk. The village includes farms located on agricultural land. For the study of suburban pigeons, a farm located at the point with coordinates N 54°05’44.4”, E 18°43’15.7” was selected. It is an old farm established after World War II. To harden the ground on the farm, loose slag (trail), i.e. a waste material from metallurgical production, was brought in the 80s of the last century. The farm also houses the breeding of urban pigeons originating from the pigeon population from Słupsk. The colony was established in 2007-2008 to conduct a series of experimental studies, the results of which have been published (Hetmański, 2011).

Adult pigeons aged at least 1 year were the study material. The sex of the pigeons captured for the study was determined according to the type of gonads (presence of testes or ovaries) only after decapitation. Among the birds captured in Słupsk, there were 7 females and 10 males, and in the sample from Szpęgawa, there were 7 females and 7 males. Identification of the sex of pigeons based on the type of gonads is the best method, as sexual dimorphism is poorly visible in this species. Identification of the sex of live pigeons requires long-term observation of bird behavior. The mean bodyweight of the pigeons was (398.7 ± 28.10) g in the Słupsk group (n = 17) and (409.8 ± 27.76) g (n = 14) in the Szpęgawa sample. The pigeons from Szpęgawa were slightly heavier than those caught in Słupsk, but the difference was not statistically significant ($p = 0.281$).

The concentrations of chemical elements were analyzed in the feather and soil samples with an X-Ray fluorescence (XRF) analyzer at the Department of Physics, Pomeranian University in Słupsk (Poland). The XRF analyzer, model Sci Sps X-200 from Sci Sps. Inc., was used for determination of the concentrations of chemical elements in the samples. Tissue homogenates were used for the determination of the total antioxidant capacity (TAC), activities of SOD, CAT,

GR and GPx. The Bradford method (1976) with bovine serum albumin as a standard was used for the quantification of proteins.

The metal content in the soils in the areas studied differed significantly, i.e., a statistically significantly higher level of elements was observed in Szpęgawa compared to the results obtained from the Słupsk soil. This allowed us to classify this area as contaminated (Polluted area) since the level of metals except for Si, Ni, and Cu was statistically higher compared to the data from the Słupsk area. The next stage of our research was to determine metal levels in the feathers of birds living in different areas. The content of elements in pigeon feathers was ambiguous. Pigeons from the polluted area had statistically significantly higher levels of Si and Pb in their feathers as well as low levels of Fe, Cu, and Zn compared to those from the Słupsk area. The analysis of metal content in the soil and feathers of birds showed different results, but since the lead content in both soil and feathers was significantly higher, we suggested that there were alterations in the metabolism of birds caused by the pronounced lead accumulation. The current study demonstrated the impact of the environment with preferential high Pb contamination in soil and pigeon feathers collected in Szpęgawa village located near the A1 motorway on the formation of cumulative mechanisms of metals in the skeletal muscle and cardiac tissues of pigeons.

Our results show a significant effect of Pb exposure in the two analyzed types of tissues. The current study revealed a tendency to decrease the TAC level in muscle tissues in both types. It is known that the ability to scavenge ROS in an organism can be assessed by TAC determination. The TAC indicator is frequently used to assess the antioxidant status of biological samples and can evaluate the antioxidant response against free radicals produced in a given disease (Rubio et al., 2016). In our study, the TAC level was decreased statistically in the birds from the polluted area (Szpęgawa village). In our study, the activities of enzymes associated with the first and second lines of antioxidant defenses, i.e. SOD and CAT, exhibited different changes. The lowest SOD activity was observed in the skeletal muscles of pigeons from the polluted area. The CAT activity exhibited a similar tendency to that found for SOD, i.e. a tendency to decrease in the pigeons from the polluted environment. It should be noted that the catalase activity in the cardiac and muscle tissue of pigeons from the polluted areas exhibited a statistically significant decrease. In the percentage ratio, there was a 3-fold and 6-fold decrease in the skeletal muscle tissue and cardiac tissue, respectively, in comparison with the birds from the non-polluted areas. The highest activity of GPx was observed in the skeletal tissue of pigeons from the polluted area. Among the four antioxidant enzymes (SOD > CAT > GR > GPx) analyzed depending on the type of environments and tissues, superoxide dismutase was shown to play the main role in the antioxidant defense. Many studies have shown that lead can alter antioxidant activities by inhibiting functional SH groups in several enzymes such as SOD, CAT, and GPx, due to its high affinity for sulfhydryl (SH) groups in these enzymes (Koivula et al., 2011). GPx, CAT, and SOD depend on various essential trace elements for proper molecular structure and activity; therefore, these antioxidant enzymes are potential targets for lead toxicity (Rehman et al., 2011; Williams et al., 2018). Moreover, when the balance between ROS production and antioxidant defenses is broken, enzymes may be exhausted and their concentration is depleted.

In conclusion, the enzyme activities associated with the first and second lines of antioxidant defenses, i.e. SOD and CAT activities, were drastically reduced. The lowest SOD activity was observed for the skeletal muscles of pigeons from the polluted area. CAT activity exhibited a similar tendency to that found for SOD, i.e. a tendency to decrease in the pigeons from the polluted environment. It should be noted that the decrease in the catalase activity in the skeletal muscle and cardiac tissue (6-fold and 3-fold, respectively) of pigeons from the polluted area may indicate induction of utilization of hydrogen peroxide in the conditions of lead poisoning.

This research has been supported by Pomeranian University in Słupsk, and it is cordially appreciated by the authors.

Makhkamova D.Yu.

IMPROVEMENT OF BIOLOGICAL ACTIVITY OF SALINE SEROZEM-MEADOW SOILS DURING BIOMELIORATION USING *GLYCYRRHIZA GLABRA L.* (LICORICE)

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent
d.mahkamova@nuu.uz

This article provides information on improving the ecological status, microbiological activity, and bioremediation of saline soils using the plant *Glycyrrhiza glabra* L.

The biological properties of soils are characterized by the number of different groups of microorganisms, enzymatic activity and soil respiration. Microbiological and enzymatic assessment of soils makes it possible to determine the conditions of soil, the course of degradation processes, the level of fertility, and the ability to determine the methods of accumulating organic matter, improving the condition of soils and increasing plant productivity. Revealing the ecological state of soils and managing their fertility should be based on strictly scientific, directed regulation of biological processes.

The research results showed that the highest BA value in soil is reached when growing licorice for 6 years, then for 10 and 3 years. The given pattern is determined primarily by changes in the content of humus in soil, harvesting licorice roots and the duration of its cultivation.

Among the studied groups of microorganisms, ammonifiers are the most predominant group of the microbial population, followed by actinomycetes, oligonitrophils, butyric acid bacteria, and fungi. The number of microorganisms reaches its maximum values during biomelioration using *Glycyrrhiza glabra* L. Licorice after the 6th and 10th years of cultivation.

In saline serozem-meadow soils, the activity of enzymes (catalase, invertase, peroxidase, polyphenol oxidase) increases with an increase in the general microbiological activity and "respiration" of soil. The greatest activity of enzymes is manifested in the upper layer of soil, while in the lower layer there is a sharp decrease, especially in the options without licorice and after the first year of cultivation. Under the influence of licorice cultivation for 6 and 10 years, soil properties improve, it is enriched with organic matter, the soil surface is shaded, moisture is preserved, the process of humification is in progress, microbiological and enzymatic activity increases, soil respiration improves, - there is a sustainable restoration and reproduction of soil fertility. The ratio of polyphenol oxidase activity to peroxidase activity (humification coefficient) ranges from 0.7 to 1.3 and decreases to the lower horizons and to the values of the 3rd and 1st years of biomelioration.

The study of the production of carbon dioxide in serozem-meadow soils indicates a natural dependence of carbon dioxide emission on the number of microorganisms, the content of organic matter, enzymatic activity, the efficiency of agricultural practices and the level of soil fertility.

Glycyrrhiza glabra L. Licorice possesses high environment-forming and environment-optimizing function and due to this enriches the soil with organic matter, increases the biological activity of soil and creates the basis for sustainable reproduction of fertility of degraded serozem-meadow soils.

Parzych A., Sobisz Z.

CAN LEAVES AND STEMS OF *REYNOUTRIA JAPONICA* HOUTT. AND *R. SACHALINENSIS* (F. SCHMIDT) NAKAI BE USED AS COMPOST COMPONENTS?

Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk,
22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland,
email: agnieszka.parzych@apsl.edu.pl

Reynoutria japonica Houtt. and *R. sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai are the species of knotweed considered invasive in most EU countries. They inhabit heavily transformed anthropogenic habitats, i.e. roadsides, rubble, landfills, parks, as well as meadows and river valleys. They perform well on soils with varying pH (3.5-7.4). They relatively quickly produce

abundant biomass in the form of leaves and stems. In the last years, interest in these species has increased due to the speed of spread, high resistance to environmental pollution, as well as the use of some of them in soil reclamation (Bradley et al., 2010) and as compost components. Current knowledge about the nutrient abundance of knotweeds leaves and stems is not sufficiently understood, therefore this research has been undertaken. The aim of the study was to characterize and compare the accumulation capacity of leaves and stems of *R. japonica* and *R. sachalinensis* in terms of the use of their biomass as a compost component.

The research was conducted in northern Poland, in 16 locations (Damnica, Duninowo, Gąbino, Głobino, Jezierzyce, Kobylnica, Masłowice, Możdżanowo, Objazda, Osieki Słupskie, Postomino, Reblino, Słupsk, Ustka, Widzino, Włynkówko). The samples of knotweed leaves and stems were collected for chemical research in the summer (in July), during the period of their maximum growth. After initial preparation of the samples, the content of K, Na, Mg, Ca, Al, Fe, Mn, Zn, Ni, Cu, Cd, Cr, and Pb was assayed using the inductively coupled plasma optical emission spectrometer Agilent 5100 ICP-OES (Agilent, USA).

The obtained research results indicate that knotweed, compared to native species, accumulated much larger amounts of nutrients. The elemental composition of the leaves and stems of knotweeds varied depending on the species and sampling site. The total amounts of all analysed nutrients in leaves ranged from 4153.6 $mmol_c \cdot kg^{-1}$ (*R. japonica*) to 4453.9 $mmol_c \cdot kg^{-1}$ (*R. sachalinensis*) and stems from 2148.4 $mmol_c \cdot kg^{-1}$ w (*R. japonica*) to 1686.5 $mmol_c \cdot kg^{-1}$ (*R. sachalinensis* The ionic composition of the sum of macronutrients in the leaves and stems of both species was similar. The nitrogen content was 39.8-56.2% of this sum, phosphorus 2.0-3.6%, potassium 10.5-20.1%, sodium 0.3-0.5%, magnesium 2.7-12.3%, calcium 20.6% -32.6%, and the total micronutrients ranged from 1.86% (*R. japonica*) to 1.10% (*R. sachalinensis*) for leaves and from 0.71% (*R. japonica*) to 0.78% (*R. sachalinensis*) in stems. Among the macronutrients N, Ca and K were 86.7% in leaves and 93.9% in stems of *R. japonica* and 85.3% in leaves and 92.4% in stems of *R. sachalinensis.* Among the micronutrients, Al, Fe and Mn dominated. They accounted for a total of 93.0% in leaves and 77.3% in stems of *R. japonica* and 85.8% in leaves and 74.0% in stems of *R. sachalinensis*. Most of the analysed nutrients dominated in the leaves, except for Cr and Pb, more abundant in the stems. Statistically significant differences between species concerned the content of Al in the leaves and N, Ca and Pb in the stems of both species. The obtained research results indicate that *R. japonica* leaves accumulated 66%, and *R. sachalinensis* has 78% more nutrients than native species. In addition, the content of toxic metals (Cd, Cr, Pb) did not exceed the permissible level, which indicates that the biomass of knotweed can be a safe component of compost.

ЗООЛОГІЯ
ZOOLOGY

Автайкіна Л., Ківганов Д.

УЛЬТРАЗВУКОВЕ ДОСЛІДЖЕНННЯ ВИДОВОЇ РІЗНОМАНІТНОСТІ РУКОКРИЛИХ М. ОДЕСА

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65000, Україна
e-mail: rammmly3@gmail.com

Avtaikina L., Kivganov D. ULTRASONIC STUDY OF BATS SPECIES IN ODESA. Each species of bat has a different frequency of sound with which the animals communicate. Were recorded the species of bats that live in different districts of Odesa, such as: *Nyctalus noctula, Myotis daubentonii, Myotis dasycneme, Eptesicus serotinus, Plecotus austriacus, Vespertilio murinus, Pipistrellus kuhlii, Pipistrellus nathusii*.

Ряд рукокрилі – це один із важливих компонентів природних угруповань, та, на жаль, одна із найвразливіших груп ссавців. Їх висока чутливість обумовлена особливостями біології, а саме: низька плодючість (один-два маля на рік) та високий рівень залежності від умов проживання та зимівлі (температура повітря, вологість, освітленість та ін.).

Метою роботи було визначення видової різноманітності кажанів в різних районах м. Одеса. Записи для досліджень хіроптерофауни робили за допомогою детектору ультразвуку LunaBat DFD-1 та диктофону Tascam DR-05 в сутінковий час доби (18-22 год.) влітку. Робота базується на матеріалах, отриманих в 2019–2021 рр.

Були досліджені наступні локації: парки серед міської забудови (один з водоймами, інший – без), парк на околиці міста, ділянки міської забудови в різних частинах міста, ділянка за межами населеного пункту, але серед сільськогосподарських угідь (є вплив антропогенного фактору).

Визначення видового різноманіття проводилось за допомогою комп'ютерної програми BatExplorer та літератури з описами знахідок кажанів в регіоні.

Серед 27 видів рукокрилих, що населяють територію України, в різних частинах міста Одеси, було виявлено 8: *Nyctalus noctula, Myotis daubentonii, Myotis dasycneme, Eptesicus serotinus, Plecotus austriacus, Vespertilio murinus, Pipistrellus kuhlii, Pipistrellus nathusii*.

Виявлено залежність розмірів кажана і місця його полювання та поселення, а саме:

- великорозмірні кажани (такі як *N. noctula, E. serotinus, V. murinus*) полюють переважно на комах середніх або великих розмірів та заселяють ліси, галявини та території житлових масивів;
- кормова база кажанів невеликих розмірів (*M. daubentonii, M. dasycneme*) зазвичай складається з дрібних навколоводних комах.

Для забудованої місцевості Одеси характерні види-синантропи (*E. serotinus* або *V. murinus*), натомість, для місцевості поблизу Тилігульського лиману найчастішими знахідками є *M. dasycneme* та *M. daubentonii*, хоча зафіксовані поодинокі реєстрації видів, що мігрують в пошуках корму (*P. auritus*).

Басюк В., Шевчук Л.

ЗАГИБЕЛЬ ДИКИХ ХОРДОВИХ ТВАРИН ФАУНИ УКРАЇНИ НА ДОРОГАХ

Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. Велика Бердичівська, 40, Житомир, 10008, Україна
e-mail: vitalinabas@ukr.net

Basiuk V., Shevchuk L. ROADKILL OF WILD CHORDATE FAUNA OF UKRAINE. The number of deaths of wild chordates on the roads of Ukraine in 2020-2021 was analyzed. The information was obtained by responding to inquiries in 24 regions of Ukraine, responses were received from five regions. The total number of recorded cases of roadkill of large chordates was 33 animals, the cases of small chordates were not registered at all.

Смерть тварин на дорогах не є гуманною по відношенню до них та не сприяє збереженню біорізноманіття, окрім того правильне розташування доріг може суттєво зберігати цінні природні оселища та запобігати їх фрагментації. За один польовий сезон 2004 року на присілкових дорогах Закарпаття та деяких інших регіонів України І. Загороднюк зафіксував загиблими 124 особини 24 видів хребетних (Загороднюк, 2006). Є. Скубак проводив дослідження щодо загибелі кажанів на дорогах в Національному парку «Святі гори». Ним була охоплена західна частина парку в межах Лиманського та Слов'янського районів Донецької області. Загалом зафіксовано 24 загиблих особини 9 видів (Скубак, 2018).

Нами було надіслано запити в обласні управління лісового та мисливського господарств, різні громадські організації та агропромислові комплекси, державні

екологічні інспекції 24 областей України щодо проблеми загибелі диких тварин на дорогах та ймовірного фіксування цих фактів. Ми отримали відповіді з п’яти областей. Загалом загальна кількість загиблих тварин внаслідок зіткнень з авто у різних областях України (Чернігівська, Київська, Львівська, Харківська, Хмельницька) за 2020–2021 роки склала 33 особини. Найбільше на дорогах гинуть дикі тварини у Київській (25 жертв) та Чернігівській областях (5 жертв). В ДТП найчастіше потрапляють: лось європейський (*Alces alces*) – 21 випадок та сарна європейська (*Capreolus capreolus*) – 9 випадків від загальної кількості тварин. Також ще гинуть олень шляхетний (*Cervus elaphus*) – 2 жертви та свиня дика (*Sus scrofa*) – 1 жертва. Також було здійснено звернення за місцем проживання до Олевського лісгоспу АПК (Житомирська область), але, на жаль, облік таких випадків там не здійснюється. Облік загибелі дрібних хордових тварин не здійснюється взагалі.

Аналіз отриманої інформації дозволяє зробити висновок, що дороги будуються, обсяги транспортного руху зростають, а питання зменшення безпосередньо впливу людської діяльності на фауну залишається нерозв’язаною та серйозною проблемою. Зменшити кількість жертв можна дбайливим ставленням до диких тварин, зокрема зменшенням швидкості транспорту у місцях ймовірного перетину дороги тваринами. Також потрібно будувати спеціальні переходи для тварин – екодуки, які не лише захищають тварин від поширення урбанізації, а й захищають людей від небезпеки ДТП.

Дрекало Р., Жуленко В., Шидловський І.

ЗИМОВА ОРНІТОФАУНА ТА ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ ВОРОНОВИХ В МІСЬКІЙ АГЛОМЕРАЦІЇ М. ЖИДАЧІВ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: roksolana.sheremeta01@gmail.com

Drekalo R., Zhulenko V., Shydlovskyy I. WINTER AVIAFAUNA AND SPECIFIC DISTRIBUTION OF CROWS IN THE URBAN AGGLOMERATION OF THE TOWN OF ZHYDACHIV. Being an integral part of the ecosystem, birds play a significant role in the structure of natural communities, quickly reacting to the influence of various environmental factors, in particular, in the biotopes of people who have changed them. As a result of the constant anthropogenic transformation of the natural environment, the study of natural ecosystems at individual levels of biotopes is necessary to understand their stable functioning, which occurs in connection with irrelevant issues of preserving the organization of biosystem diversity.

Оскільки дослідженням зимової орнітофауни на територіях районних населених пунктів в Україні не приділяють достатньої уваги, ми вважаємо доцільним встановити якісний та відносний кількісний склад зимової орнітофауни й проаналізувати яким чином поширені представники Воронових на території міської агломерації районного центру Жидачів.

Дослідження зимової орнітофауни міської агломерації м. Жидачів. проводили у зимові періоди 2020–2022 рр. Для зручнішого аналізу зібраних даних, ми розділили територію досліджень на 13 типів оселищ. Відповідно, було зафіксовано та визначено 38 видів зимуючих птахів, з них один вид – Сова довгохвоста *(Strix uralensis)* траплявся декілька разів в околицях місцевого озера Промінь і на території заказника місцевого значення «Базиївка». Оскільки цей вид птахів охороняється згідно з Червоною книгою України (2009), Бернською конвенцією та CITES, проведення нами орнітологічних досліджень має і природоохоронну мету.

Обрахувавши відсоткове відношення кожного з облікованих видів птахів встановлено, що домінантними видами у зимовий період 2020–2021 рр. були: Синиця велика (*Parus major*) – 21,7 % і Грак (*Corvus frugilegus*) – 12,34 %. Домінантами у зимовий період 2021–

2022 рр. був Крижень *(Anas platyrhynchos)* – 23,60 %, що скоріше за все пов'язано з м'якою зимою, яка і посприяла зимівлі даного виду.

Також було досліджено динаміку чисельності Воронових *(Corvidae)*, які являються одним із важливих індикаторів стану міського середовища. Найчисельнішим видом у зимовий період 2020–2021 рр. був Грак – 42%, а найменш чисельною була Сойка – 5%. При цьому, представників такого виду як Галка (*Corvus monedula*) не фіксували взагалі.

У зимовий період 2020–2021 рр. найчисельнішим був Грак частка якого помітно зменшилась порівняно з минулим роком і становить 29 %. В свою чергу, найменш чисельними були Сойка та Галка, частки яких становлять 6%.

Одержані результати засвідчують те, що птахи на території міст прагнуть займати територію, що містить значну кількість зелених насаджень та яка б своїми умовами була максимально схожою до природного середовища. Ми продовжуватимемо проводити збір орнітологічних даних, що дасть можливість оцінити динаміку чисельності тих чи інших зимуючих видів птахів на досліджуваній території.

Кремпа К.[1,2]

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПТАХІВ РОДИНИ ЧАПЛЕВИХ (ARDEIDAE) НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ ВЕРХНЬОГО ДНІСТРА

1Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
2 Інститут біології тварин НААН
вул. В.Стуса 38, м. Львів, 79034, Україна
e-mail: krempakatia@gmail.com

Krempa K. OBSERVATIONS OF BIRDS OF THE HERON FAMILY (ARDEIDAE) IN THE UPPER DNIESTER BASIN. This is a summary of observations of birds of the Heronidae *(Ardeidae)* family in the Upper Dniester basin during the field season 2021–2022.

Басейн Верхнього Дністра умовно визначають місцем злиття річок Дністер і Коропець. Його площа охоплює більше 22 тис. км^2, що становить приблизно третину площі усього басейну р. Дністер. Абсолютні висоти коливаються у межах 195–1818 м (Круглов, 2004; Бокотей та ін., 2010).

Басейн Верхнього Дністра знаходиться у двох фізико- географічних країнах − Руської рівнини та Карпат, які простягаються на лівому та правому березі ріки. До Руської рівнини належить Розточчя, Опілля та Західне Поділля, до Карпат належить Передкарпаття й Українські Карпати (Муха, 2000; Бокотей та ін., 2010). На території розташована велика кількість водойм штучного походження, які представлені риборозплідними ставами, відстійниками ДРЕС і промислових підприємств, кар'єрами, водосховищами тощо (Дзюбенко, 2005).

На досліджуваній території представників Чаплевих найчастіше спостерігають на: Бурштинському водосховищі (колонія), Янівських ставах (колонія чаплі сірої, яка має статус орнітологічного заказника «Янівські чаплі»), стави і пасовища в с. Черляни, Городоцькі стави, водойми в межах Стільського Горбогір'я, хвостовище у Нововому Роздолі, селах – Поріччя та Чолгині, стави у с. Дроздовичі, Кам'янобріб, Верещиця, Хом'яківські стави, на р. Дністер біля с. Незвисько. На цих територіях найчастіше траплялися чаплі сірі та чепури великі, рідше – чепури малі, бугай, квак, чапля руда та бугайчик.

Наші дослідження протягом польових сезонів 2021–2022 років були зосереджені на території басейну Верхнього Дністра поблизу с. Новосілки Самбірського району, ставках у Ставчанах і Рибних господарствах Любінь Великий та Отиневичі. Крім власних спостережень, були опрацьовані також спостереження з відкритої бази даних eBird і коротких повідомлень у соціальній мережі Facebook.

Вдалося з’ясувати, що більшість спостережень за представниками родини Чаплеві дослідники проводять активніше в час літньо-осінньої міграції. Зокрема, чепуру велику (*Ardea alba)* виявлено у восьми локаціях – системи ставків у смт. Івано-Франкове (Янівські стави), Отиневичі, Ставчани, Любінь Великий, Новосілки-Гостинні, долина р. Дністер біля с. Устя Стрийського р-ну та НПП « Північне Поділля». Найбільші концентрації птахів виявлені на Янівських ставах і поблизу с. Отиневичі (від кількох до 60 ос.).

Аналогічно, більшість спостережень чаплі сірої (*Ardea cinerea*) здійснені упродовж весняно-осінньої міграції. Обліки птахів проводили на системах ставків у смт. Івано-Франкове (Янівські стави), Отиневичах, Ставчанах, на території Стільського Горбогір’я, орнітологічного заказника «Чолгинський» (Яворівський р-н) та в долині р. Дністер біля с. Устя Стрийського р-ну. Найбільше особин цього виду зареєстровано було у заказнику «Чолгинський» і на Янівських ставах (10 та 7 ос. відповідно).

Чепуру малу (*Egretta garzetta*), як рідкісний вид західного регіону України спостерігали шили три рази по одній особині: Янівські стави (07.08.2-21), стави біля с. Отиневичі (11.08.2022) та на території Стільського Горбогір’я (21.08.2022).

Подібно й чаплю сіру, як рідкісний вид реєстрували лише поодинокими особинами в час міграції, зокрема на Бурштинському водосховищі (15.08.2021) та в долині р. Дністер, в околицях с. Незвисько Коломийськуого р-ну Івано-Франківської області (04.08.2020).

Таких представників родини, як бугай (*Botaurus stellaris*) і квак (*Nycticorax nycticorax*) реєстрували по-одній – дві особини. При чому бугай – весною (на Янівських ставках і в заказнику «Чолгинський»), коли відмічена його найбільша активність та вокалізація, а квак – в час літньо-осінньої міграції (ставки біля с. Отиневичі (1 ос., 11.08.2022).

Зважаючи на м’яку зиму, цікавими виявилися спостереження зимуючих особин чепури великої у Савчанах (3 ос., 03.012.2022), біля р. Стрий в околиці села Верхнє Синьовидне (20 ос., 20.12.2022) і на Бурштинському водосховищі (від 2 до 40 ос., з 11.12.2021 до 12.02.2022). Чапля сіра також виявлена на зимівлі, зокрема на Бурштинському водосховищі – від 7 до 40 ос. упродовж 11.12.2021 – 12.02.2022 р. Там же, зимував і бугай – 1 ос. 03.01.2022 р.

Кучеров О., Дядичко В.

ГЕРПЕТОФАУНА КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ: ВИДОВИЙ СКЛАД, СУЧАСНИЙ СТАН ПОПУЛЯЦІЙ ТА ОХОРОНА.

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова
вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65000, Україна
e-mail: wrongatom@gmail.com

Kucherov O., Dyadichko V. HERPETOFAUNA OF THE KUYALNYTSKY ESTUARY: SPECIES COMPOSITION, CURRENT STATUS OF POPULATIONS AND ITS CONSERVATION. Within the Kuyalnik Estuary, *Natrix natrix*, *Dolichophis caspius*, *Elaphe sauromates*, *Lacerta viridis*, *Lacerta agilis* were found.

Відомості про герпетофауну Куяльницького лиману містяться в таких роботах: Браунер, 1923; Таращук, 1987; Доценко, Радченко 2005; Беляков, 2008; Соколов, 2012. Остання наукова публікація вийшла 11 років тому. Проаналізовані результати спостережень авторів 2010–2021 років. З літератури для Куяльницького лиману відомі 5 видів рептилій: *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758), *Dolichophis caspius* (Gmelin, 1789), *Elaphe sauromates* (Pallas, 1811), *Lacerta viridis* (Laurenti 1768), *Lacerta agilis* (Linnaeus, 1758). Наші спостереження підтверджують знаходження цих видів. Із 5 зареєстрованих видів 3 занесені до Червоної книги України з них 2 (*L. viridis* та *D. caspius*) відмічені вздовж усього узбережжя лиману. Найбільша чисельність *L. viridis* відзначена в околицях с. Іллінка, с. Северинівка, с. Стара Еметівка, поблизу автодорожнього насипу в нижній частині лиману й на схилах однієї із

балок між с. Кубанка та с. Красносілка. Відмічені як молоді, так і статевозрілі особини. Найбільша чисельність *D. caspius* трапляється в верхній частині лиману вздовж обох берегів від с. Іллінка до с. Северинівка, в яру в околицях села Красносілка і в околицях санаторію Куяльник. Найбільш із спійманих нами особин мали довжину тіла 125 см, що потрапляє в діапазон максимальних значень для цього виду в Одеській області. *E. sauromates* відмічено між селами Красносілка та Кубанка, між с. Іллінка і с. Северинівка та напроти них на протилежному березі лиману. Найбільша особина (самиця) мала довжину тіла 115 см, тобто максимальну надійно задокументовану довжину для Одеської області. Разом із тим, для обох видів полозів відмічені також чисельні молоді особини. Таким чином на узбережжі Куяльницького лиману існують стійкі популяції 3 видів рептилій, занесених до Червоної книги України, що зумовлює його цінність з точки зору їх охорони. *L. agilis* відмічена в районі с. Ковалівка, с. Латівка, с. Стара Еметівка, с. Новокубанка. *N. natrix* був знайдений в околицях с. Корсунці, між селами Красносілка та Кубанка, між с. Іллінка та с. Северинівка та в нижній частині лиману вздовж об'їзної дороги у межах м. Одеса. Ці два види малочисельні на Куяльницькому лимані.

Лесів К.

ВИДИ КОМАХ ЧЕРВОНОЇ КНИГИ УКРАЇНИ НА ТЕРИТОРІЇ МАЛОГО ПОЛІССЯ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: klesiv641@gmail.com

Lesiv K. SPECIES OF INSECTS OF THE RED DATA BOOK OF UKRAINE IN THE TERRITORY OF LESSER POLISSA. During the research is established the 51 species insects of Lesser Polissa are included in the Red Data Book of Ukraine. The vast majority of . the presented species are classified as vulnerable – 27 species, rare – 18, threatened – 3, not evaluated – 2, data deficient – 1. The most represented groups of Lepidoptera, and the least represented – of Orthoptera and Homoptera.

У сучасних умовах дослідження стану рідкісних видів регіонального рівня є важливим напрямком. Комахи – індикаторна група тварин під час дослідження стану екосистем. Оскільки вони є найчисельнішим класом тварин, то відіграють одну з найважливіших ролей в екосистемах. Від збереження їхнього видового різноманіття залежить збереження самої екосистеми. Дослідження з метою отримання нових даних про поширення, екологію та господарське значення цієї групи безхребетних дає змогу контролювати їхню чисельність, проводити наукові та практичні природоохороні заходи, а також оновлювати один з найголовніших документів про збереження біорізноманіття – Червону книгу України (ЧКУ) (Червона…, 2009).

Мета роботи – аналіз представленості видів ЧКУ комах на території Малого Полісся. Об´єкт дослідження – види ентомофауни Малого Полісся Червоної книги України.

Види комах ЧКУ на території Малого Полісся представлені 51 видом, які належать до 6 рядів та 28 родин: **ряд Odonata: Calopterygidae** – *Calopteryx virgo* L.; **Aeshnidae** – *Anax imperator* Leach; **Cordulegastridae** – *Cordulegaster boltoni* Donovan; **Gomphidae** – *Ophiogomphus cecilia* Four; **Libellulidae** – *Sympetrum pedemontanum* Allioni, *Leucorrhinia albifrons* Burmeister; **ряд Orthoptera: Phaneropteridae** – *Poecilimon ukrainicus* Bey-Bienko; **ряд Hemiptera: Marganodidae** – *Porphyropha polonica* L.; **ряд Coleoptera: Carabidae** – *Calosoma sycophanta* L., *Carabus estreicheri* Fischer von Waldheim, *Carabus menetriesi* Hummel; **Staphylinidae** – *Emus hirtus* L.; **Scarabaeidae** – *Osmoderma barnabita* Motschulsky; **Lucanidae** – *Lucanus cervus* L.; **Cerambycidae** – *Rosalia alpina* L., *Cerambyx cergo* L., *Aromia moschata* L., *Purpuricenus kaehleri* L.; **ряд Lepidoptera: Papilionidae** – *Parnassius apollo* L., *Papilio machaon* L., *Parnassius mnemosyne* L., *Iphiclides podalirius* L.; **Pieridae** – *Colias*

palaeno L.; **Riodinidae** – *Hamearis lucina* L.; **Nymphalidae** – *Apatura iris* L), *Nymphalis vaualbum* Denis & Schifermüller, *Limenitis populi* L.; **Satyridae** – *Coenonympha hero* L., *Hipparchia statilinus* Hufnagel; **Sphingidae** – *Acherontia atropos* L., *Proserpinus proserpina* Pallas, *Hemaris tityus* L.; **Saturniidae** – *Eudia pavonia* L., *Aglia tau* L.; **Lemoniidae** – *Endromis versicolora* L., *Lemonia taraxaci* Denis & Schifermüller; **Noctuidae** – *Euchalcia variabilis* Piller & Mitterpacher, *Cucullia argentea* Hufnagel, *Catocala fraxini* L., *Catocala sponsa* L.; **Arctiidae** – *Pericallia matronula* L., *Callimorpha dominula* L.; **ряд Hymenoptera: Blasticotomidae** – *Blasticotoma fliceti* Klug; **Orussidae** – *Orussus abietinus* Scopoli; **Pamphiliidae** – *Caenolyda reticulata* L.; **Ichneumonidae** – *Dolichomitus cephalotes* Holmgren, *Megarhyssa superba* Schran; **Scoliidae** – *Megascolia maculata* Drury; **Apidae** – *Bombus ruderatus* Fabr, *Bombus muscorum* L., *Xylocopa violacea* L..

Комах ЧКУ розподілено на сім категорій відповідно до популяційних характеристик. Серед представлених видів переважну більшість становлять ті, які віднесені до категорії вразливі – 27 видів, рідкісні – 18, зникаючі – 3, неоціненні – 2 та недостатньо відомі – 1. Щодо більшості видів не проводять спеціальних заходів з метою збільшення їхньої чисельності, проте відносно видів, які є зоофагами та ентомофагами застосовують метод розведення в інсектаріях.

До Європейського червоного списку належить 6 видів (*Calosoma sycophanta*, Rosalia alpina, *Cerambyx cergo*, *Parnassius mnemosyne*, *Limenitis populi*, *Coenonympha hero*). Один вид належав до додатку III Бернської конвенції (*Lucanus cervus*), а також до Конвенції про міжнародну торгівлю видами дикої фауни та флори, які перебувають під загрозою зникнення (*Parnassius apollo*).

З метою збереження рідкісних та зникаючих видів доцільним є пошук існуючих популяцій виду та створення ентомологічних заказників у місцях розповсюдження.

Омелянчук А. В., Гнатина О.

ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ НОГОХВІСТОК (COLLEMBOLA, ENTOGNATHA) В ГНІЗДАХ ПТАХІВ-ДУПЛОГНІЗДНИКІВ СОСНОВИХ ЛІСІВ ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

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

Omelianchuk A. V., Hnatyna O. SPECIES DIVERSITY OF SPRINGTAILS (COLLEMBOLA, ENTOGNATHA) IN THE NESTS OF DOUBLE-NESTING BIRDS OF PINE FORESTS IN THE SHATSK NATIONAL NATURE PARK. The issue of springtails in bird nests is poorly researched yet. The study materials were nests of double-nesting birds. We processed fourteen samples of the nests. Springtails were found in thirteen nests. In total, 441 collembolas were recorded, 421 of which were represented by the following species: *Entomobrya marginata* (Tullberg, 1871), *Schoettella ununguiculata* (Tullberg, 1869), *Xenylla brevisimilis* (Stach, 1949), *Entomobrya nivalis* (Linnaeus), *Neonura muscorum* (Templeton, 1835), *Tomocerus vulgaris* (Tullberg, 1871), *Sphaeridia pumilis* (Krausbauer, 1898). The found species can be attributed to the ecological group of moisture-loving animals.

Колемболи, або ногохвістки (Collembola) – одні із найдавніших мешканців суші, знахідки яких відомі із середнього девону. Представники цих ґрунтових тварин зберегли багато примітивних рис організації і заселили різні типи наземних оселищ – від наскельних водоростевих і лишайникових плівок в Арктиці до тропічних лісів. На сьогодні у світі відомо понад 6 тис. видів ногохвісток, а в Україні – 467 (Гоблик, Капрусь, 2008).

Досі є малодослідженим питанням ногохвісток в гніздах птахів. Матеріал, з якого побудовані гнізда органічного походження, закріплений екскрементами, призводить до

посилення деструктивних процесів та є привабливим місцем для перебування багатьох різних представників безхребетних тварин, зокрема, ногохвісток.

Саме тому метою роботи було дослідити видове різноманіття колембол (Collembola, Entognatha) в гніздах птахів-дуплогніздників.

Матеріалом для виконання даної роботи слугували зібрані 11 вересня 2021 року гнізда птахів-дуплогніздників з території Шацького національного природного парку. Збір та опрацювання матеріалу проводили згідно з загальноприйнятими методиками. Цей процес відбувався у декілька етапів: 1) знайдене гніздо поміщали у мішечок, при цьому намагаючись не порушити його цілісності; 2) потім збирали підстильний субстрат гнізда; 3) до мішечка, обов'язково, прив'язували етикетку із зазначенням дати та місця збору, виду хазяїна та типу гнізда (Залюбовська, Тюпка, Зленко, Литвиненко, Авідзба, 2018); 4) ногохвісток виділяли з зібраного матеріалу за допомогою еклектора; 5) визначали зібраний матеріал. Також важливо зазначити, що гнізда були зібрані після періоду вильоту пташенят та до початку руйнування гнізда. Визначення видів відбувалося за визначником Colembola Polski, Romuald J. Pomorski та сайтом https://www.collembola.org.

У результаті досліджень опрацьовано чотирнадцять проб з гнізд птахів-дуплогніздників. Ногохвістки (Collembola, Entognatha) були виявлені у тринадцяти гніздах. Всього було зафіксовано 441 колемболу, 421 з яких представлені такими видами як: *Entomobrya marginata* (Tullberg, 1871), *Schoettella ununguiculata* (Tullberg, 1869), *Xenylla brevisimilis* (Stach, 1949), *Entomobrya nivalis* (Linnaeus), *Neonura muscorum* (Templeton, 1835), *Tomocerus vulgaris* (Tullberg, 1871), *Sphaeridia pumilis* (Krausbauer, 1898).

Найпоширенішим видом був *Entomobrya marginata*, зафіксовано 208 особин. Найменш поширеним видом був *Sphaeridia pumilis* – 3 особини.

Знайдені види можна віднести до екологічної групи вологолюбних тварин. Ми можемо зробити такі висновки, тому що зафіксовані нами види більшу частину свого життя проводять або в підземних місцях проживання або епігейськи (надземно). Тобто надають перевагу підвищеній вологості та уникають висихання.

Онисько А., Гончаров Г.

ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА МАСШТАБІВ ВПЛИВУ ВІЙНИ НА СТАН, ФУНКЦІОНУВАННЯ, ДОСЛІДЖЕНІСТЬ ТА ПРИРОДООХОРОННИЙ МЕНЕДЖЕМЕНТ ІХТІОЦЕНОЗІВ СХОДУ УКРАЇНИ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи 4, 61022, Харків
e-mail: onyskoas13@gmail.com

Onysko A., Honcharov H. PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE WAR INFLUENCE SCALE ON THE CONDITION, FUNCTIONING, RESEARCH AND CONSERVATION MANAGEMENT OF ICHTHIOCENOSIS OF EASTERN UKRAINE. Despite of impossibility of science research in the region it was necessary to outline total scale and establish main groups of problems now. Inside each groups of problem we define key directions of future investigations as well as fish species and fish habitats of primary consideration. Available at present science instruments and data sources were analysed too.

Нагальна проблема відновлення водних екосистем (Geist, Hawkins, 2016) постане одним із головних викликів повоєнного відновлення України. Сіверський Донець серед річок України, які зазнають найбільшої шкоди, адже більше половини його української частини басейну, у межах Харківської, Донецької та Луганської областей, розташовано в районах бойових дій або тимчасово окуповано. Наразі триває обговорення переліку і характеру впливів, зумовлених бойовими діями, на екосистеми території України, зокрема водні: оцінюються фізичні (вибухи – механічна руйнація високим тиском, скаламучення

води, зміна гідрології потоку тощо), хімічні (токсичні продукти горіння і вибухів, скиди очисних споруд, продукти хімічних виробництв) та акустичного забруднення, фізичного забруднення (уламки, техніка, понтонні переправи), мінної небезпеки, порушення рельєфу берегів тощо (Загороднюк, Вишневський, 2022; Pereira et al, 2022; Rawtani et al., 2022). Окрім цього, на нашу думку, доцільним є виділення 4 кластерів проблемних питань, пов’язаних з іхтіофауною, збір доступної інформації щодо яких необхідно здійснювати вже зараз і на які першочергово слід буде звернути увагу в повоєнний період.

1. Зміна видового різноманіття та чисельності риб, і не лише у сторону зменшення. За нашими даними, до сучасної фауни риб Сіверського Дінця на території України входить 57 видів костистих риб і 1 вид міног. Види, відомі із небагатьох локалітетів, наприклад *Phoxinus phoxinus* чи *Anguilla anguilla*, могли вже критично зменшити свою чисельність і зникнути, у той же час, суттєво могли підвищити чисельність та розповсюдитися чужородні види, такі як *Lepomis gibbosus*.

2. Неможливість в час війни природоохоронного менеджменту у водних об’єктах на територіях природно-заповідного фонду та об’єктах Смарагдової мережі. Усі чотири іхтіологічних заказники, створено у регіоні, знаходяться на окупованій території. Річка Оскіл у межах НПП “Дворічанський” перебуває, а Сіверський Дінець, у межах НПП “Святі Гори”, донедавна перебувала у зоні бойових дій. Зазанав змін гідрологічний режим найбільших у регіоні Оскільського та Печенізького водосховищ. Первинна оцінка масштабів впливу проводиться нами на базі ГІС-технологій та доступних гідрологічних даних.

3. Проблеми з подальшим дослідженням сумнівних (із невизначеним статусом) та раритетних видів риб. Нами визначено 10 пріорітетніх автохтонних видів, або видів першочергової уваги, яким може бути завдано найбільшої шкоди внаслідок відсутності актуальної інформації і можливості реагувати на загрози. Первинна оцінка їхнього стану взагалі у басейні проводиться нами на базі GBIF, iNaturalist та UkrBIN.

4. Відсутність державного контролю за вилученням водних біоресурсів та боротьби з браконьєрством. Зокрема, відсутність даних про стан іхтіоценозів на ділянках, де згідно з правилами рибальства вилучення риби заборонено.

Таким чином, загрози втрати біорізноманіття та змін чисельності риб у зонах бойових дій і на тимчасово окупованих територіях є цілком реальними, а однією із задач наукових досліджень є оцінка масштабів впливу війни на гідроекосистеми сходу України, як основа для розробки планів із відновлення та збереження біорізноманіття через природоохоронний менеджмент, а також для обчислення компенсаційних заходів щодо заподіяної шкоди.

Осьмачко О.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗИМОВОЇ ОРНІТОФАУНИ М. БАТУРИН

університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, 14000, Україна
e-mail: okssana2002@gmail.com

Osmachko O. CHARACTERISTICS OF THE WINTER BIRD FAUNA OF THE CITY OF BATURYN. The purpose of the study is to determine the current state of the winter bird population of the city of Baturyn in modern living conditions. In the course of the research, 19 species of wintering birds of the city were discovered by creating feeders on private territories, observing species in various ecosystems.

Чисельність зимуючих птахів недостатньо вивчена не тільки в м. Батурин, а й у всій Україні загалом. Це зумовлено труднощами, пов’язаними з проведенням польових

досліджень, відсутністю уніфікованих методик, а також складними особливостями біології зимуючих птахів. Спроба оцінити розміри популяцій зимуючих птахів для України є дуже актуальною з огляду на зменшення чисельності більшості видів птахів України та Європи. Серед причин такого зменшення – погіршення умов зимівлі птахів, зміни клімату, що є тепер глобальними. Саме в зимовий період протягом останніх десятиліть на європейському континенті помітні значні зміни кліматичних умов, які впливають на зміни в зимовому поширенні та динаміці чисельності багатьох видів птахів. Більшість птахів, що гніздуються в Україні, традиційно зимують на Африканському континенті. Однак серед видів, які взимку зрідка або періодично почали траплятись в Україні і поступово адаптуються до зимівлі в наших умовах, є дев'ять (4,4%), які в минулому традиційно зимували в Африці (Андрющенко, 2000).

Дослідження зимуючих видів птахів м. Батурин було проведено шляхом спостереження. Для цього на приватних ділянках, у різних біотопах, було розміщено годівниці, де й вели спостереження за птахами.

Отже, в період дослідження виявлено 19 видів птахів: сова сіра (*Strix aluco),* дятел звичайний (*Dendrocopos major*), сойка звичайна (*Garrulus glandarius*), синиця велика (*Parus major*), синиця блакитна (*Cyanistes caeruleus*), щиглик звичайний (*Carduelis carduelis*), снігур звичайний (*Pyrrhula pyrrhula*), вівсянка звичайна (*Emberiza citrinella*), горобець хатній (*Passer domesticus*), горобець польовий (*Passer montanus*), жайворонок польовий (*Alauda arvensis*), куріпка сіра (*Perdix perdix*), сорока звичайна (*Pica pica*), галка звичайна (*Corvus monedula*), грак (*Corvus frugilegus*), ворона сіра (*Corvus cornix*), яструб малий (*Accipiter nisus*), лебідь-шипун (*Cygnus olor*).

Отож, оцінка змін чисельності зимуючих видів птахів є важливим елементом орнітологічного моніторингу видового багатства й стану їхніх природних популяцій. Враховуючи помітні зміни у середовищі існування більшості видів, значні кліматичні коливання внаслідок антропогенного впливу на довкілля, все більшої актуальності заслуговує впровадження моніторингу за зимуючими видами загалом.

Рахматіллаєва М.Б., Утєвський С.

ФІЛОГЕНЕТИЧНІ ЗВ'ЯЗКИ І СТРУКТУРА ПОПОЛУЦІЇ РІЧКОВИХ РАКІВ *ASTACUS LEPTODACTYLUS* ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна
e-mail: rakhmatillaeva0607@gmail.com

Rakhmatillaeva M.B., Utevsky S. PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS AND POPULATION STRUCTURE OF THE NARROW-CLAWED CRAYFISH *ASTACUS LEPTODACTYLUS* IN THE KHARKIV REGION. The results of our analysis indicate quite significant genetic differences between the populations of *Astacus leptodactylus* in the Kharkiv Region, which may suggest different reintroduction pathways of the narrow-mouthed crayfish in the Siverskyi Donets River Basin.

Рак вузькопалий (*Astacus leptodactylus*) належать до прісноводніх ракоподібних родини Astacidae, він широко розповсюджений в прісних водоймах по всій території Європи.

Astacus leptodactylus є об'єктом аквакультури і легко приживається у відкритих водоймах. Завдяки цьому вузькопалі раки постійно збільшують свою чисельність та поширюються територією України та Європи загалом.

Наприкінці 1890-х років на території сучасної України був спалах чуми раків – небезпечного для цих тварин грибкового захворювання, якесуттєво зменшило популяції річкових раків. Після закінчення спалаху чуми почали реінтродукцію річкових раків у

прісні водойми. Крім того, згубний вплив на раків мала аварія на Диканівських очисних спорудах у 1995 р. Тому, можна очікувати, що популяції *A. leptodactylus* в Україні мають різне походження, оскільки джерелом реінтродукції були різні природні популяції вузькопалих раків.

Два екземпляри *A. leptodactylus* були зібрані в річці Сіверський Донець в околицях біостанції Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (с. Гайдари) у червні 2019 р., третій екземпляр – в орендованому ставку, де розводили раків, біля с. Дмитрівка Харківської області у червні 2020 р.

Зібрані раки були піддані молекулярному аналізу, зокрема, ампліфіковано фрагмент мітохондріального гена цитохром-ц-оксидази субодиниця 1. Для перевірки результатів ПЛР застосували електрофорез з використанням агарозного гелю. Секвенування проводили за Сенгером (Macrogen, Inc.). Отримані хроматограми редагували у програмі ChromasPro. Вирівнювання провели в програмі MAFFT ver. 7. Генетичні відстані (*p*-відстані) обчислювали в програмі MEGA 11. Послідовності ДНК для філогенетичного аналізу завантажили з бази даних GenBank. Філогенетичне дерево побудували за методом «максимальна правдоподібність» у програмі IQ-TREE, редагування проводили у програмі FigTree.v1/4.4. Довжина отриманих послідовностей – 621–661 пар основ.

Філогенетичний аналіз підтвердив морфологічне визначення зібраних екземплярів. Вони належать до виду *A. leptodactylus.* Генетична відстань між двома популяціями становить 0,015 ± 0,003. Пошук BLAST показав, що екземпляри з с. Гайдари найближчі до послідовності KX279349 (Франція) – 98,94% і 99,03%. Екземпляр з с. Дмитрівка виявився найближчим до послідовності MN502811 (Фінляндія) – 99,38%.

Отримані результати вказують на доволі значні генетичні відмінності між популяціями Харківської області, що може свідчити про різне походження вузькопалих раків, які потрапили сюди внаслідок реінтродукції та відновлення популяції у р. Сіверський Донець після аварії на Диканівських очисних спорудах.

Chuprakova V.[1, 2], **Friedman N. R.**[2]

TEMPORAL AND SPATIAL PATTERNS OF MORPHOLOGICAL INDICATORS OF THE EURASIAN MAGPIE *PICA PICA*

[1]V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody sq., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022
[2]Museum of Nature Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, 20146 Hamburg
e-mail: valeriia.chuprakova@gmail.com

The study of geographic variation in body size and body parts provides important information on patterns of adaptation to different habitats, historical distribution, and ecological isolation (Benítez-Díaz, 1993). The Eurasian magpie, which currently includes 6 subspecies is a widespread bird throughout Eurasia (Gill, F., et al., 2020). These birds are habitat generalists, their wide distribution and ability to adapt to the local environment, allow us to use of magpies as an object of study in the question of geographical variation. Museum collections are perhaps the largest source of information for dealing with these kinds of issues (H.F. James, 2017).

We investigated the morphological features of the Eurasian Magpie *Pica pica* from the ornithological collection of the Hamburg Zoological Museum – examining variation in time and space. Our goal was to explore and test for temporal and spatial dynamics of morphological variation. The greatest amount of material was represented by 5 locations: Sweden, Fehmarn Island, Northern Germany, Southern Germany, and Spain. It is known from the literature that the territory of Spain is inhabited by a separate subspecies, and the island fauna can often have divergent morphological characteristics. We expected that the birds from the island of Fehmarn and from Spain would differ in morphological parameters from other groups, so our goal was to test this hypothesis for these locations.

In this work we analyzed: 493 specimens of adult *Pica pica* magpies. We selected three parameters for analysis: beak length, tarsus length, and wing length. Beaks and length of the tarsus we measured with a caliper (S. Eck, et al. 2011). Data on wing length and information on location and date of collection we obtained from labels of specimens. Most birds are represented by 1957–1968 years of collection.

To evaluate the influence of factors such as year, geographic location and sex on wing length, we used a multivariate analysis of variance ANOVA. To analyze correlations with wing length, we used the nonparametric Kruskal – Wallis test. We also performed a two – factor analysis of variance to determine geographic differences in morphological indicators and used a Tukey test to correct for multiple comparisons

We report an increasing trend in beak length in females over 7 years in a sample of birds from Sweden. As expected, we found differences between different geographical locations for all selected morphological indicators of Eurasian magpies, but for males and females such differences varied between locations. In general, males had significantly higher morphological indices than females.

Beaks of male magpies from Spain were the smallest in size. For males, we additionally found a difference in the length of wings of the North German and Island groups, as well as of the North German and Swedish groups. In other groups both sexes differed by this parameter. According to the selected parameters, the birds from Fehmarn island almost did not differ from the birds from the mainland and were most similar to the group from Southern Germany, this may be due to the history of the island, which separated from the mainland in the 6th millennium BC. with a strait between them almost a kilometer wide, which is not a significant obstacle for birds.

The magpies from Sweden, showed the most significant variations on the measurements we examined in comparison to the birds from other locations. Based on current observations, it is plausible that the morphological differences that distinguish this group from others may have intensified, potentially providing a means to distinguish subspecies or differentiate subspecies boundaries, pending additional molecular investigations.

МІКРОБІОЛОГІЯ, ВІРУСОЛОГІЯ ТА ІМУНОЛОГІЯ
MICROBIOLOGY, VIROLOGY AND IMMUNOLOGY

Гембара М., Мороз О., Яворська Г., Гнатуш С.

ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІЯМИ *DESULFOVIBRIO* SP. ЙОНІВ СУЛЬФАТУ ТА НІТРАТУ ЯК АКЦЕПТОРІВ ЕЛЕКТРОНІВ АНАЕРОБНОГО ДИХАННЯ

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. USE BY BACTERIA *DESULFOVIBRIO* SP. SULFATE AND NITRATE IONS AS ELECTRON ACCEPTORS OF ANAEROBIC RESPIRATION. In the media with 3.47 mM SO_4^{2-} and 1.74–10.41 mM NO_3^- the sulfate and nitrate ions reduction by bacteria decreased 1.3–5.9 and 1.9–3.7 times, respectively, in comparison with their reduction in the media with only $Na_2SO_4 \times 10H_2O$ or $NaNO_3$.

Виділені з техногенно змінених територій сульфатвідновлювальні бактерії привертають увагу дослідників як потенційні агенти очищення водних і ґрунтових середовищ з комплексним забрудненням (Li et al., 2018; Abdulina et al., 2018; Teng et al., 2019). Ці бактерії, окиснюючи органічні сполуки або H_2, у нішах з низьким окисновідновним потенціалом у процесі анаеробного дихання використовують, окрім сульфатів,

і інші акцептори електронів, такі як небезпечні для довкілля нітрати, нітрити, окиснені форми важких металів, здійснюючи таким чином їх детоксикацію (Barton et al., 2015; Moroz et al., 2022). У забруднених водоймах найчастіше є кілька можливих акцепторів електронів, послідовність їхнього відновлення мікроорганізмами недостатньо вивчена (Rosenberg et al., 2014). Окиснені сполуки нітрогену (нітрати, нітрити, оксиди нітрогену, ацетилнітрати) в клітинах еу- та прокаріот спричиняють перетворення гемоглобіну у метгемоглобін, утворення канцерогенних нітрозосполук, змінюють позаклітинний та внутрішньоклітинний рівні Cl^- та K^+, що призводить до електролітного дисбалансу (Kuypers et al., 2018). Нітрати за високих концентрацій змінюють властивості бактерій відновлювальної та окиснювальної ланок циклу сульфуру (Moroz et al., 2020; Moroz et al., 2021). Метою роботи було дослідити закономірності використання йонів сульфату штамами бактерій роду *Desulfovibrio*, виділеними з озера Яворівське, за умов одночасної наявності в середовищі іншого акцептора електронів – йонів нітрату та оцінити ефективність можливого застосування цих штамів у технологіях комплексного очищення довкілля від сполук сульфуру та нітрогену.

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). Густина засіву клітин становила 0,2 г/л. У середовище вносили стерильні 1 М розчини $Na_2SO_4 \times 10H_2O$ за концентрації 3,47 мМ та $NaNO_3$ за концентрацій 1,74; 3,47; 5,21; 6,94 та 10,41 мМ (відмінних від стандартного вмісту SO_4^{2-} у середовищі, рівного 3,47 мМ, у 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 рази). Біомасу визначали турбідиметричним методом, концентрації сульфатів і нітратів у культуральній рідині – спектрофотометричним методом (Гудзь та ін., 2014).

За внесення у середовище $NaSO_4 \times 10H_2O$ та $NaNO_3$ за різних концентрацій спостерігали зниження нагромадження бактеріями біомаси зі збільшенням вмісту нітратів у середовищі. Біомаса бактерій у середовищі з 3,47 мМ SO_4^{2-} та 10,41 мМ NO_3^- зменшилась у 1,4–1,6 рази, порівняно біомасою, нагромадженою бактеріями у середовищі з $NaSO_4 \times 10H_2O$. Ефективність відновлення бактеріями йонів сульфату та нітрату у середовищі лише з 3,47 мМ $NaSO_4 \times 10H_2O$ або $NaNO_3$ становила 94,5–97,1 та 95,1–96,8 %, відповідно. У середовищі з двома акцепторами електронів відбувалося зниження ефективності відновлення SO_4^{2-} та NO_3^- у 1,3–5,9 та 1,9–3,7 рази, відповідно, порівняно з їх відновленням у середовищі, яке містило лише SO_4^{2-} або NO_3^-. Рівень відновлення NO_3^- бактеріями у середовищі з однаковим вмістом обох акцепторів у 1,6–2,6 рази перевищував рівень відновлення SO_4^{2-}, можливо, у зв’язку зі значно вищим окисно-відновним потенціалом йонів нітрату, ніж сульфату. Отже, встановили, що штами *Desulfovibrio* sp. інтенсивно здійснюють сульфат- і нітратредукцію за умов одночасної наявності в середовищі SO_4^{2-} та NO_3^-. Тому вони можуть бути успішно використані у технологіях комплексного очищення довкілля від небезпечних забруднювачів.

Грицева Н.[1,2]. Сківка Л.[1]

АНАЛІЗ ПОШИРЕННЯ КІЛЬЦЕВОЇ ГНИЛІ ТА М’ЯКОЇ ГНИЛІ В УРОЖАЇ БУЛЬБ КАРТОПЛІ НА ТЕРИТОРІЇ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ У 2022 РОЦІ

[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини»
вул. Володимирська 60/13, Київ, 01601, Україна
[2]ТОВ «Сингента», вул. Козацька 120/4, Київ, 03680, Україна
e-mail: nataliyavorobiova@ukr.net

Hrytseva N., Skivka L. ANALYSIS OF THE SPREAD OF RING ROT AND SOFT ROT IN POTATO HARVESTS at THE TERRITORY OF Lviv REGION IN 2022. Bacterial diseases

are considered to be the limiting biological factor affecting potato production and storage. Potato blackleg and soft rot caused by *Pectobacterium atrosepticum*, and ring rot caused by *Clavibacter sepedonicus* are among the most significant bacterial diseases affecting potato yield worldwide. In tested asymptomatic tubers, *P. atrosepticum* was detected twice as often as the ring rot pathogen (2.22% vs 1.38%), despite the less optimal weather conditions for its growth in the Lviv region. The predominance of *P. atrosepticum* may be caused by favorable temperature (12.8 -19.6 °C) for the activation of the virulence factors such as pectate lyase.

Україна вже десятки років тримається п'ятірки на світовому ринку виробництва картоплі, поступаючись Китаю, Індії, РФ та США (FAO). На території України картоплю вирощують у всіх областях країни, однак як з різною площею, виділеною під цю культуру, так і отриманими обсягами виробництва. Львівська область міцно закріпилась у трійці областей України за площею виробництва картоплі, які сягали 95,5 тис. га та обсягами виробництва, що становили 16813,6 тис. ц. у 2021 році, відповідно до даних Державної статистики України. Лімітуючим чинником, що впливає на виробництво та зберігання картоплі вважають бактеріальні хвороби. Інфекції бактеріальної етіології не контролюються засобами захисту, а профілактика заснована на використанні якісного садивного матеріалу, фітосанітарних чистках та дезінфекції складів і техніки (Charkowski, 2020). До поширених бактеріальних інфекцій картоплі належать чорна ніжка і м'яка гниль збудником якої є бактерії *Pectobacterium atrosepticum,* та кільцева гниль спричинена бактеріями *Clavibacter sepedonicus* (Гвоздяк, 2011). Поширеність безсимптомних інвазій збудників гнилей картоплі не дозволяє візуально оцінити партії насіннєвого матеріалу на предмет ризику бактеріальних хвороб, що підкреслює важливість скринінгу і моніторингу інфікованості урожаю для прогнозування їх розвитку і планування фітосанітарних заходів з метою мінімізації втрат врожаю. Метою нашого дослідження було провести аналіз поширення збудників м'якої гнилі та кільцевої гнилі в урожаї картоплі на території Львівської області у 2022 році. Об'єктами досліджень були 360 бульб картоплі без симптомів інфекції, відібрані відповідно ДСТУ 4014-2001. Наявність збудників визначали імунохімічним методом (Sandwich-варіант) DAS ELISA з використанням комерційних тест-систем LEOWE® Standard Complete Kit (Німеччина) відповідно до інструкції виробника. Розрахунок відсоткового поширення інфекції проводили за формулою: n/N×100%, де n – кількість уражених бульб, N – загальна кількість бульб (Joko, 2016). Найбільша кількість опадів у Львівській області за період картопляного сезону спостерігалась у липні – 128,1 мм та вересні – 161,1 мм, що становить 81–120% від норми. Середня температура землі у період посадки, вегетації та збору урожаю була від 12,75 °C у травні до 19,55 °C у серпні. Такі температурні показники є наближеними до оптимальних для росту *C. sepedonicus* – 18–24°C і менш сприятливими для росту *P. atrosepticum,* для якої температурний оптимум є вищим (Pietraszko, 2018). Однак, активація генів, що кодують деякі фактори вірулентності *P. atrosepticum*, зокрема пектатліази, максимально відбувається за температури 15–17°C (Kaczynska, 2021). Відповідно до отриманих результатів, збудник мокрої гнилі *P. atrosepticum* детектувався вдвічі частіше за збудника кільцевої гнилі *C. sepedonicus*: 2,22% проти 1,38%. Отримані дані дозволяють припустити, що переважання у досліджених зразках картоплі урожаю 2022 року у Львівській області *P. atrosepticum* може бути зумовлене сприятливими погодними умовами для активації факторів вірулентності збудника чорної ніжки і м'якої гнилі, а також можуть бути використанні для планування фітосанітарних заходів та заходів щодо дезінфекції обладнання та місць зберігання урожаю картоплі з метою попередження поширення хвороби.

Кузеляк Х.[2], Яворська Г.[2], Воробець Н.[1]

ВПЛИВ ЕКСТРАКТІВ КВІТОК *HEMEROCALLIS FULVA* НА БАКТЕРІЇ *BACILLUS SUBTILIS*

[2]Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79001, Україна
[1]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 FULVA* FLOWER EXTRACTS ON *BACILLUS SUBTILIS* BACTERIA. The antibacterial activity of water-ethanol extracts from *Hemerocallis fulva* flowers was evaluated against Bacillus subtilis by measuring the zone of inhibition. A pronounced antibacterial effect of 95 % water-alcohol extract of *H. fulva* flowers with an inhibition zone of up to 20 mm was established, similar to calendula’, eucalyptus’, sage’, comfrey’ tinctures, as well as rotocan and chlorophyllipt.

Лікарські рослини здавна використовують як джерело фізіологічно-активних сполук, що є популярним народним засобом лікування запальних захворювань. Лілійник рудуватий (*Hemerocallis fulva* L.), квіти, листя та коренебульби якого, є цінною лікарською сировиною, тільки почали докладно вивчати. Здавна відомо, що настоянки квіток з лілійника мають знеболюючі, протисудомні, тонізуючі, протизапальні і ранозагоювальні властивості, його використовують для лікування депресії, безсоння, запальних процесів в гінекології (Мотузенко, 2016). Виявлено нейротропну та гіпоглікемічну дію екстрактів коренів *H. fulva* (Марчишин, Зарічанська, 2016). З *Hemerocallis* spp. виділяють різні сполуки: хризофанол, метилреїн, 1,8-дигідрокси-3-метокси-антрахінон та рейн, які мають антибактерійні властивості щодо грампозитивних і грамнегативних бактерій (Tawfik et al., 2022). Встановлено, що екстракти з листків *Hemerocallis citrina* і *H. fulva* мають протибактерійну активність (Яворська та ін., 2022). Проте вплив екстрактів квітів з *H. fulva* на *Bacillus subtilis* не вивчено.

Метою роботи було визначити *in vitro* вплив водно-етанольних екстрактів квіток *Hemerocallis fulva* L. на бактерії *Bacillus subtilis*.

Для дослідження використовували водно-етанольні екстракти з квіток *H. fulva.* Квіти, які відбирали у фазу цвітіння, висушували до повітряно-сухого стану, подрібнювали в механічному млинку, просіювали на ситі з діаметром 3 мм і використовували для приготування екстрактів. Водно-етанольні (ВЕ) витяжки готували з 20, 60 і 95 % 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 щодо *Bacillus subtilis* VKM B-408 визначали методом дифузії в агар 0,2 мл екстракту, з використанням модифікації лунок, вимірюючи діаметр зони затримки росту. Культуру вважали чутливою до дії досліджуваного екстракту, якщо зона інгібування була більше 10 мм. Як контроль використовували водний етанол у концентрації 20, 60 і 95 %, а також лікарські форми настоянки з календули, евкаліпту, шавлії, живокосту (ТОВ «ДКП Фармацевтична фабрика», Житомир), ротокану (АТ «Лубнифарм», Полтава) і хлорофіліпту (ПАТ «Галичфарм», Львів), куплені в аптеках.

Встановлено, що 20 і 95 % водно-етанольні екстракти з *H. fulva* мали значну інгібувальну дію щодо бактерій *B. subtilis*, спричиняючи зони затримки росту до 20 мм, тоді як настоянки календули, ротокану й живокосту – до 15 мм. Дослідженням встановлено, що настоянки з евкаліпту, шавлії й хлорофіліпту спричиняли зони затримки росту до 25 мм.

Отже, водно-етанольні екстракти з квітів *Hemerocallis fulva* спричиняли значний інгібувальний вплив на бактерії *Bacillus subtilis* й, очевидно, є перспективними щодо подальшого вивчення їхніх антибактерійних властивостей.

Мельник М., Мандзюк Ю., Менів Н., Галушка А., Гнатуш С.

ВЛАСТИВОСТІ АКТИНОБАКТЕРІЙ, ВИДІЛЕНИХ З ВІДВАЛУ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ «ЧЕРВОНОГРАДСЬКА»

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: fenshy9086@gmail.com

Melnyk M., Mandziuk Y., Meniv N., Halushka A., Hnatush S. PROPERTIES OF ACTINOBACTERIA, ISOLATED FROM CENTRAL ENRICHMENT FACTORY "CHERVONOHRADSKA" SPOIL HEAP. Actinobacteria, isolated from Central Enrichment Factory "Chervonohradska" spoil heap, contain *meso*-diaminopimelic acis in their cell walls. 0.2 mM copper sulfate partially inhibits the growth of isolate CEF-15. Growth was not observed at salt concebtration 1.7 mM. Growth was only partially inhibited by lead nitrate at concentration which was for 5 times higher than maximal concentration in the spoil heap.

Відходи вугледобувної промисловості є небезпечними для живих організмів, тому що містять значну кількість важких металів. Субстрати відвалу Центральної збагачувальної фабрики "Червоноградська" характеризуються низьким вмістом органічних речовин (1–2%), незадовільними гідрологічними та агрохімічними показниками. Вміст йонів важких металів у багато разів перевищує ГДК, водні стоки з відвалу мають високу кислотність (pH 2,7–3,5) за рахунок утворення сульфатної кислоти внаслідок окиснення піриту (1–4%) (Кузьмішина та ін., 2014).

Склад мікробіоти породних відвалів залежить від фізико-хімічних характеристик складованої породи, адже мікроорганізми руйнують мінерали, утворюючи кислоти та переводячи зольні елементи у доступні для решти бактерій та вищих рослин форми (Surridge et al., 2009).

Із породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики "Червоноградська" виділено 2 ізоляти актинобактерій, які утворюють повітряний і фрагментований субстратний міцелій. Результати досліджень показали, що ізолят CEF-15 утворює поверхневі колонії неправильної форми розміром 2–9 мм, переважно з плоским профілем. Ізолят CEF-16 утворює поверхневі сухі непрозорі матові колонії. Обидва ізоляти містять *мезо*-диамінопімелінову кислоту у складі клітинної стінки.

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 пригнічувати біодеградацію органічних забруднювачів, становити ризики та небезпеку для людей і екосистеми (Wuana, Okieimen, 2011). Водночас, території, забруднені важкими металами, є джерелом толерантних популяцій мікоризних грибів, актинобактерій, ризосферних бактерій, які впливають на рухливість мікроелементів та їх доступність (Hanus-fajerska et al., 2015).

Дослідили вплив купрум(II) сульфату і плюмбум нітрату на ізолят CEF-15. За концентрації купрум сульфату 0,2 мМ спостерігали пригнічення росту бактерій, починаючи з другої доби. За наявності 1,7 мМ і більше солі росту не спостерігали.

Ізолят CEF-15 виявився нечутливим до плюмбуму у концентраціях, які виявлено у відвалі ЦЗФ. Часткове інгібування росту спостерігали лише за концентрації металу, яка у 5 разів перевищує максимальну концентрацію у відвалі. Цей ізолят виявився значно стійкішим до плюмбум нітрату, ніж бактерії, виділені з контрольного зразка біля відвалу. Це може бути наслідком адаптації або селективного відбору стійких організмів у забрудненому важкими металами середовищі.

Нефьодова А., Довгий Р., Святецька В., Пасічніченко М., Рудик М.

ХАРАКТЕР АКТИВАЦІЇ МОНОНУКЛЕАРНИХ ФАГОЦИТІВ В УМОВАХ РОЗВИТКУ РІЗНИХ МОДЕЛЕЙ ХВОРОБИ АЛЬЦГЕЙМЕРА У ЩУРІВ

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННЦ «Інститут біології та медицини»
вул. Володимирська 60/13, Київ, 01601, Україна
e-mail: nastya.palamarova@gmail.com

Nefodova A., Dovhyi R., Svatetska V., Pasichnichenko M., Rudyk M. CHARACTER OF THE ACTIVATION OF MONONUCLEAR PHAGOCITES UNDER THE CONDITIONS OF THE DEVELOPMENT OF DIFFERENT MODELS OF ALZHEIMER’S DISEASE IN RATS. Alzheimer disease (AD) is most common neurodegenerative disorder worldwide. AD pathogenesis is complex and includes chronic neuro- and systemic inflammation, which are considered promising therapeutic targets. It necessitates using most appropriate animal models of AD for the deep insight into these processes. Comparative assessment of disease manifestation and metabolic profile of mononuclear phagocytes in rats with Aβ 1–40 and Aβ 25–35 induced AD models revealed that Aβ 1–40 but not Aβ 25–35 induced model recapitulates cognitive impairment, dopaminergic neuron loss and inflammation, which are characteristic for the clinical AD course.

Хвороба Альцгеймера (ХА) – це найпоширеніший хронічний нейродегенеративний розлад зі складним і не до кінця дослідженим патогенезом, на який страждає більше 47 млн людей у всьому світі. У міру старіння населення планети до 2050 року очікується збільшення кількості людей з ХА більше, ніж втричі. Це актуалізує експериментальні дослідження з розшифрування механізмів ініціювання ХА і пошуку нових терапевтичних мішеней для її лікування. Використання тваринних моделей ХА, заснованих на інтрацеребральному уведенні бета-амілоїду, є одним з таких підходів. Нейрозапалення з прогресивним розвитком системного запалення є одним з важливих компонентів патофізіології ХА. Мононуклеарні фагоцити – ключові ефекторні клітини нейро- та системного запалення. Популяція мононуклеарних клітин, що бере учать у розвитку нейрозапалення, складається з мікроглії (резидентних макрофагів мозку) і рекрутованих з периферичної крові моноцитів. Прозапальна активація цих клітин є привабливою терапевтичною мішенню для лікування захворювання, що потребує поглибленого вивчення їх функціонального стану, у т.ч. з використанням тваринних моделей. Метою було провести порівняльну оцінку характеру активації мононуклеарних клітин у щурів з ХА, індукованою уведенням бета-амілоїду (Aβ) 1-40 та бета-амілоїду 25-35.

ХА моделювали шляхом інтрацеребрального введення Aβ 1–40 та Aβ 25–35. Розвиток захворювання констатували за поведінковими тестами (лабіринт Барнса), рівнем накопичення у гіпокампі бета-амілоїда і тау-протеїну, а також рівнем загибелі дофамінергічних нейронів. Функціональний стан мікроглії та циркулюючих моноцитів характеризували за фагоцитарною активністю, оксидативним метаболізмом та експресією фенотипових маркерів поляризованої активації CD86 та CD206, які визначали методом проточної цитометрії.

Розвиток ХА у тварин з Aβ 1-40-індукованою ХА характеризувався виразними когнітивними порушеннями, накопиченням Aβ і тау-протеїну в гіпокампі та загибеллю дофамінергічних нейронів. Функціональний стан мікроглії включав посилення ендоцитарної активності та оксидативного метаболізму в середньому у 5 разів порівняно з контролем, достовірне посилення експресії CD86 та CD206. У тварин з цією моделлю спостерігали незначне зниження фагоцитарного індексу моноцитів одночасно з посиленням оксидативного метаболізму вдвічі, порівняно з контролем, а також істотне посилення

рівня експресії CD206. У тварин з Aβ 25–35-індукованою ХА зареєстровано слабші когнітивні порушення та менший рівень втрати дофамінергічних нейронів, порівняно з Aβ 1-40-індукованою ХА. Показники фагоцитарної активності та оксидативного метаболізму мікроглії тварин з цією моделлю не відрізнялись від контрольної групи, експресія CD86 була значно знижена. Для моноцитів цих тварин було характерним значне посилення фагоцитарної активності і оксидативного метаболізму та відсутність достовірних змін у рівні експресії досліджених фенотипових маркерів.

У сукупності результати проведених порівняльних досліджень свідчать про те, що більш виразна маніфестація ХА у щурів з Aβ 1-40-індукованою моделлю асоціюється з прозапальним характером активації мікроглії, а фенотипові та метаболічні характеристики циркулюючих фагоцитів вказують на їх гіпофункцію, імовірно, опосередковану мієлоїдними супресорними клітинами та/або їх метаболічне виснаження у процесі хронічного системного запалення. Aβ 25–35-індукована ХА не відтворює типову клінічну патофізіологію захворювання.

Прилуцький С.

ВНУТРІШНЬОУТРОБНЕ ЗАРАЖЕННЯ ВІРУСОМ РУБЕЛЛА В ПЕРИНАТАЛЬНОМУ ПЕРІОДІ

Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького
вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь, 72300
e-mail: priluckijsergej356@gmail.com

Prylutskyi S. INTRA-UTERINE INFECTION WITH RUBELLA VIRUS IN THE PERINATAL PERIOD.

Внутрішньоутробні інфекції є небезпечним механізмом зараження та прогресування різноманітних патологій у матері та дитини в ранніх періодах її онтогенезу. Серед таких патогенів можуть бути мікробні культури різних типів: вірусні, бактеріальні та паразитарні. Серед бактеріальних культур резервуаром перинатального зараження можуть бути види *Mycobacterium tuberculosis*, *Treponema pallidum* – збудники сифілісу та туберкульозу, вірусних культур герпесовіруси, вірус Рубелла (збудник краснухи), цитомегаловіруси та інші. Список інфекцій, які можуть вражати дитину внутрішньоутробно достатньо великий і не обмежується переліком вище.

Рубелла є РНК-вмісним, антропонозним вірусом з роду *Rubivirus*, вірус збудника краснухи є єдиним з тогавірусів, що не передається членистоногими транмісивно, а має здатність до аерогенного механізму передачі. Усі відомі штами вірусу Рубелла відносяться до одного серотипу, антигенні варіації дії на організм у всіх штамів однакові та має помірну гемаглютинуючу активність. У навколишньому середовищі вірус не стабільний, відбувається швидка інактивація під впливом УФ-променів, дезінфектантів та нагрівання. Низькі температури гарно витримує, здатен зберігатися при -10 – 20°C.

Механізм зараження плоду та прогресування внутрішньоутробної інфекції може відбуватися кількома шляхами: потрапляння віріонів через плаценту внаслідок вірусемії матері (їхнє розмноження там призводить до ушкоджень гістологічних утворень, кровоносних судин, дрібних форм некрозу, внаслідок порушується трофіка плоду та виникає гіпоксичний стан), проникнення віріонів у тканини плоду з плаценти (віруси інгібують мітотичний поділ окремих клітинних популяцій ембріону, які особливо мають активний мітоз, саме тому ознака дефектів плоду буде визначатися на яку стадію органогенезу припадає його зараження), інфікування вірусом фібробластів, які напрацьовують інгібітор клітинного росту (внаслідок чого і відбувається нерівномірний ріст тканин в окремих органах, розвиток вроджених вад). У випадку пізнього перинатального зараження плоду, у дитини є власні IgM, що утворюються та виявляються після народження дитини. Вони

циркулюють протягом перших 6-8 місяців після народження, таким чином наявність у дитини антитіл класу IgM характеризує про перенесену внутрішньоутробну краснуху. Вірус Рубелла провокує розвиток небезпечної хвороби краснухи, що може бути летальною для плоду в умовах перинатального зараження та прогресування інфекції, шляхом ураження окремих органів. Високий відсоток ризику інфікування матері та як наслідок і новонародженого за часовим діапазоном відбувається зазвичай в перший триместр вагітності. В даному випадку патогенез нозології може викликати викидень, народження мертвої дитини або розвиток клінічної картини вродженої краснухи – групи серйозних симптомів, що вплинуть на подальший постембріональний онтогенез особи: глухота, катаракта, дегенерація ССС, гепатит, мікроцефалія, ознаки деструктивного порушення ЦНС, опорно-рухового апарату.

Ханик Ю., Мудрик Я., Звір Г.

ВИДІЛЕННЯ ҐРУНТОВИХ МІКРООРГАНІЗМІВ–БІОДЕСТРУКТОРІВ ТРИХЛОРОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: yurahanuk43@gmail.com

Hanyk Y., Mudryk Ya., Zvir H. ISOLATION OF SOIL MICROORGANISMS–BIODESTRUCTORS OF TRICHLOROACETIC ACID. Biological degradation of TCA by microorganisms and their enzymes is one of the ways to detoxication of chlororganic xenobiotics. The possibility of isolation of microorganisms which are potential destructors of trichloroacetic acid from soil was demonstrated.

Галогеновані сполуки мають широке і різноманітне практичне застосування у промисловості як розчинники, пластифікатори, пестициди, добавки до пального, антипірени, а також у фармації як вихідні речовини для отримання лікарських препаратів. Це стійкі до біодеградації ксенобіотики, які потрапляють у навколишнє середовище у високих концентраціях, що створює значні ризики для довкілля та здоров’я людей зокрема (Ekambaram, 2017; Agrawa, 2015; Wu, 1999). Їх виявляють у промислових стічних водах і водних екосистемах, вони можуть мігрувати в підземні джерела, накопичуватися в осадах океанів, озер, річок (Heidarrezaei, 2020).

Дихлороцтова (ДХО) та трихлороцтова (ТХО) кислоти є найпоширенішими галогенованими кислотами, виявленими у водних джерелах (Kadmi, 2016). Найважливішою галуззю застосування трихлороцтової кислоти є використання її натрієвої солі як гербіциду загальної дії для боротьби з однодольними і деякими дводольними бур’янами в посівах цукрового буряка, бавовни, моркви, льону, цибулі, гороху, соняшника, а також у садівництві, фармакологічній промисловості (Курта, 2013). Встановлено, що ТХО у високих концентраціях порушує формування плода в експериментальних тварин, чинить генотоксичну та канцерогенну дію на організм людей і тварин (Heidarrezaei, 2020). У 2001 році Агентство з охорони навколишнього середовища США встановило максимальний рівень забруднення трихлороцтовою кислотою питної води – 0,02 мг/л.

Ключовою реакцією під час біодеструкції галогенованих сполук за участі мікроорганізмів є процес дегалогенування (Ismail, 2017; Slater, 1994). Хоча до деградації різних галогенопохідних залучені різноманітні ферменти, проте всі ці шляхи мають спільну рису – утворення метаболітів, які забезпечують клітини енергією. Видалення галогену зменшує ризик утворення проміжних токсичних продуктів у подальших метаболічних реакціях.

Метою роботи було виділення мікроорганізмів, здатних до біодеструкції трихлороцтової кислоти. Штами-деструктори ТХО виділяли з ґрунту на мінеральному

середовищі Раймонда. Для цього 1 г просіяного ґрунту вносили в колбу зі 100 мл рідкого середовища Раймонда, як єдине джерело карбону та енергії в середовище додавали ТХО в кількості 0,1% за об'ємом. Культивування здійснювали в статичних умовах за температури 28 ºС протягом 7 діб при періодичному струшуванні. Ізоляти мікроорганізмів-біодеструкторів ТХО виділяли на агаризованому середовищі Раймонда, на поверхню якого наносили 100 мкл ТХО. Культивували мікроорганізми на чашках Петрі за температури 28 ºС (Шарипов, 2015). Через 7 діб аналізували морфологічні особливості колоній мікроорганізмів, здатних до біодеградації трихлороцтової кислоти.

Виділені ізоляти утворювали на середовищі Раймонда білі та оранжеві колонії, діаметром 0,5–1 мм, круглої форми з гладким краєм, краплеподібним профілем та гладкою поверхнею; а також білі круглі колонії діаметром 4–5 мм з нитчастим краєм, випуклим профілем та нитчастою поверхнею. Подальше дослідження фізіолого-біохімічних властивостей та ідентифікація виділених мікроорганізмів-біодеструкторів ТХО є важливим прикладним завданням, зважаючи на токсичні та канцерогенні властивості трихлороцтової кислоти.

Чернікова К.[1], Звір Г.[1], Щебентовська О.[2]

ПРОФІЛАКТИЧНІ ЗАХОДИ ЩОДО ІНФЕКЦІЙНОЇ ЕНТЕРОТОКСЕМІЇ ОВЕЦЬ

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
[2]Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького
вул. Пекарська, 50, м. Львів, 79010, Україна
e-mail: kate.chernikova01@gmail.com

Chernikova K., Zvir H., Shchebentovska O. PREVENTIVE MEASURES FOR ENTEROTOXEMIA IN SHEEP. Enterotoxemia is a worldwide spread disease of small ruminants (mostly sheep) and is caused by *Clostridium perfringens* types C and D. Feeding sheep large amounts of carbohydrates permit undigested starch to pass through rumen to abomasum and small intestine, where it becomes a nutrient substrat for *C. perfringens* proliferation. Under these conditions, bacteria can rapidly reproduce in the animal's intestine, producing large quantities of toxins. A balanced cellulose-rich diet and vaccination against clostrisdial diseases may prevent enterotoxemia in sheep.

Інфекційна ентеротоксемія (*enterotoxaemia infectiosa ovium)* – гостра неконтагіозна токсикоінфекція дрібної рогатої худоби, переважно овець, що характеризується геморагічним ентеритом, специфічним ураженням нирок («розм'якшена нирка») і нервовими розладами. Захворювання реєструють у всіх частинах світу, де розвинене вівчарство. Економічні збитки, яких завдає хвороба, зумовлені значним ураженням (до 30 %) поголів'я тварин і високою летальністю (80–100 %) (Sheppard, Gold, 2021; Морару, 2020).

Збудником захворювання є бактерії *Clostridium perfringens* типів C і D. Джерелом інфекції є хворі вівці та бактеріоносії, які виділяють збудника з фекаліями. Інфікування відбувається унаслідок потрапляння *C. perfringens* у шлунково-кишковий тракт з кормом і водою. Хворіють переважно добре вгодовані вівці віком від 2 тижнів. Захворювання виникає найчастіше у періоди інтенсивного росту молодої трави навесні або отави восени, зазвичай унаслідок різкого переходу зі грубих на зелені корми, а також унаслідок порушення функцій передшлунків. При згодовуванні вівцям надмірної кількості вуглеводів неперетравлений крохмаль потрапляє з рубця до сичуга та тонкого кишечника і стає там поживним середовищем для інтенсивного розмноження *C. perfringens*. Різкі зміни в раціоні та нестача клітковини можуть спричиняти у жуйних гіпотонію, що погіршує ситуацію.

Дослідження *in vitro* вказують, що відсутність глюкози у тонкому кишечнику стимулює утворення ε-токсину (Uzal, 2016), який є основним патогенним чинником за ентеротоксемії, спричиненої *C. perfringens* типу D. Тому збалансована годівля є одним з важливих аспектів профілактики інфекційної ентеротоксемії овець. Раціон жуйних тварин повинний містити достатню кількість клітковини (сіно, солома, сінаж), оскільки вона забезпечує нормальну моторику передшлунків. Сезонні зелені корми та концентрати слід вводити в раціон, поступово збільшуючи їхню кількість (Divers, Peek, 2008; Herrati et al., 2011).

Випадки інфекційної ентеротоксемії фіксують в Україні у господарствах, які займаються вівчарством. Крім контролю раціону та стану здоров’я тварин, ефективним методом профілактики є вакцинація поголів’я овець. Одним із зареєстрованих в Україні препаратів є інактивована полівалентна вакцина «Coglavax» (Ceva, Франція), рекомендована для профілактики інфекцій, спричинених *C. perfringens* типів A (газова гангрена), B (анаеробна дизентерія ягнят), C і D (інфекційна ентеротоксемія овець), а також *C. septicum* (брадзот), *C. novyi* (злоякісний набряк), *C. tetani* (правець), *C. chauvoei* (емфізематозний карбункул), та містить відповідні анатоксини та анакультуру. Вакцину вводять підшкірно дворазово з інтервалом 4 тижні у дозі 2 мл незалежно від віку. Ягнят вакцинують вперше у 8-тижневому віці, ягнят від невакцинованих вівцематок – у 3-тижневому віці, оскільки для них характерна висока сприйнятливість до *C. perfringens*. Вівцематкам другу дозу вакцини вводять не пізніше 4 місяців кітності. Імунна відповідь у тварин виникає через 2–3 тижні після повторного введення вакцини та зберігається протягом 10–12 місяців.

Шимончук Т., Мороз О., Яворська Г., Гнатуш С.

ВПЛИВ НАТРІЙ ХЛОРИДУ НА ОКИСНЕННЯ НІТРИТ-ЙОНІВ ФОТОТРОФНИМИ 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 SODIUM CHLORIDE ON THE OXIDATION OF NITRITE IONS BY PHOTOTROPHIC GREEN AND PURPLE SULFUR BACTERIA. Sodium chloride in the Van Niel medium at concentrations 3.0–4.0 times different from the maximum permissible inhibit the biomass accumulation, the nitrite ions oxidation and the nitrate ions production by bacteria *Chlorobium limicola* IMV K-8, *Lamprocystis* sp.Ya-2003 and *Thiocapsa* sp. Ya-2003, but stimulate the synthesis of intracellular carbohydrates by green sulfur bacteria.

Фототрофні сіркобактерії – це різноманітна за морфологією група грамнегативних мікроорганізмів, середовищем існування яких є освітлені анаеробні зони прісних, морських або стічних вод з високим вмістом H_2S (Hallenbeck, 2017; Tarabas et al., 2019; Moroz et al., 2021). Ці бактерії здійснюють детоксикацію водойм не лише від сульфідів, але і нітритів, використовуючи їх як донори електронів аноксигенного фотосинтезу (Hemp et al., 2016; Dahl, 2017). Вплив більшості галогенідів на властивості фотосинтезувальної мікробіоти є маловивченим. Відомо, що хлориди комплексно впливають на різні структури мікроорганізмів: цитоплазматичну мембрану, білки цитоплазми, геном, ферменти дихального ланцюга, блокуючи SH-групи (Roessler et al., 2003; Fang et al., 2018). Метою нашої роботи було дослідити вплив натрій хлориду на ріст, окиснення нітритів, нагромадження нітратів фототрофними сіркобактеріями, виділеними з озера Яворівське, а також на нагромадження зеленими сіркобактеріями внутрішньоклітинних вуглеводів.

Бактерії *Chlorobium limicola* IMB K-8, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 та *Thiocapsa* sp. Ya-2003 культивували протягом 10 діб у середовищі Ван Ніля з $NaNO_2$ (4,2 мМ) та 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. NaCl додавали до середовища за гранично допустимої концентрації (ГДК) 9,859 мМ та за концентрацій, які відрізнялися від ГДК у 0,5; 2,0; 3,0; 4,0 рази. Як контроль використовували середовище без забруднювача. Біомасу бактерій визначали турбідиметричним методом, вміст NO_2^- та NO_3^- у культуральній рідині – спектрофотометричним методом (Гудзь та ін., 2014). Вміст внутрішньоклітинних глюкози та глікогену визначали у безклітинних екстрактах *C. limicola* IMB K-8 ферментативним методом за допомогою аналітичного набору "Діаглюк-2" (Гончар, 1998).

Виявлено, що зі збільшенням концентрації забруднювача в середовищі нагромадження бактеріями біомаси зменшувалося. Біомаса *C. limicola* IMB K-8, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 та *Thiocapsa* sp. Ya-2003 у середовищі з NaCl за концентрації, більшої від ГДК у 4,0 рази, виявилась у 2,2; 2,8 та 2,6 рази нижчою, ніж у контролі, відповідно. Ефективність окиснення бактеріями NO_2^- теж знижувалась зі збільшенням концентрації йонів хлориду у середовищі. За концентрацій NaCl у середовищі, відмінних від ГДК у 3,0−4,0 рази, спостерігали зменшення ефективності окиснення нітрит-йонів бактеріями *C. limicola* IMB K-8 на 25,41−35,43%, *Lamprocystis* sp. Ya-2003 на 18,05−26,07%, *Thiocapsa* sp. Ya-2003 на 19,38−29,41%. Аналогічний вплив NaCl спостерігали і на нагромадження бактеріями нітрат-йонів, які утворювались унаслідок окиснення йонів нітриту. NaCl стимулював нагромадження внутрішньоклітинних глюкози та глікогену *C. limicola* IMB K-8. Так, у середовищі з NaCl за концентрації, більшої від ГДК у 4,0 рази, концентрація глікогену в клітинах збільшилась у 2,09 рази, а глюкози – у 1,98 рази, порівняно з контролем. Отже, NaCl у середовищі Ван Ніля за концентрацій, відмінних від ГДК у 3,0–4,0 рази, інгібує нагромадження біомаси, окиснення нітрит-йонів і утворення нітрат-йонів фототрофними бактеріями, проте стимулює синтез внутрішньоклітинних вуглеводів *C. limicola* IMB K-8.

Boretska I., Bonchuzhna M., Onyskiv S., Halushka A., Meniv N., Hnatush S.

PROPERTIES OF HETEROTROPHIC MICROORGANISMS, ISOLATED FROM THE GREY-YELLOW ROCK IN CENTRAL ENRICHMENT FACTORY "CHERVONOHRADSKA" SPOIL HEAP

Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevsky str., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: vinemoe@ukr.net

The main source of environment pollution in Lviv-Volyn coal basin are coal mine spoil heaps. They are associated with the release of harmful gases and dust into the atmosphere of cities and towns, water and soil pollution. Heap rocks contain a significant amount of toxic elements, which either accumulate in the rocks during combustion, or are released and reach the soil and water.

To reduce the negative impact of toxic factors of spoil heaps, measures are taken to recultivate them. For this purpose, fertile soil layers, the topography of the territory, and hydrogeological conditions that have undergone technogenic influence are being restored.

Numerous groups of microorganisms were isolated from coal mine spoil heaps of the Chervonohrad mining region. Spoil heaps are subject to multifactorial stress due to the presence of heavy metals, organic compounds, temperature, and humidity. Under these conditions, the metabolism of microorganisms has some peculiarities. Microbial communities have the potential for self-regulation and adaptation to environmental changes and play an important role in the formation of biological potential of soils (Dyakiv, 2017).

The purpose of the work was to determine the properties of bacteria isolated from the gray-yellow rock Central Enrichment Factory "Chervonogradska" spoil heap. Bacteria were grown in meat-peptone broth, nutrient broth, and on meat-peptone agar. The oxygen requirement

was determined by inoculation into the agar column. To determine the ability to form acid from glucose, the indicator bromthymol blue was added to the medium. To determine the catalase activity, the formation of gas bubbles was detected by a suspension of cells in 10% hydrogen peroxide. Morphological studies were carried out by the methods of light and electron microscopy. Acid resistance was determined by the Ziehl-Neelsen method.

As a result of the research, it was found that the CEF-1 isolate is an aerobe that is inmotile at 23 °C, produces acid from glucose, is catalase-positive, and forms translucent colonies with a green reflection in side light on meet-peptone agar. The average size of the cells is 2.50×0.65 µm.

Isolate CEF-2 is an aerobe, motile at 23 °C and 30 °C, does not form acid from glucose, catalase-positive, 2.23×1.14 µm in size.

Bacteria of isolate CEF-9 are aerobes, inmotile at temperatures of 23 °C and 30 °C, catalase-positive.

Cells of the CEF-10 isolate are characterized by pleomorphism – in a young culture, the cells are rod-shaped, and in an old one, they are cocci. They are aerobes, inmotile at 23 °C and 30 °C, catalase-positive. Bacteria are not acid-fast, do not grow in the presence of 5% sodium chloride.

Chumak A., Fedosova N.

ANTITUMOR ACTIVITY OF *BACILLUS SUBTILIS IMV B-7724* LECTIN IN MICE WITH A MODEL TUMOR PROCESS (LLC, EAC)

R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
e-mail: Alinkaivanchenko999@ukr.net

Cancer remains the second leading cause of death worldwide. Despite the availability of various chemotherapeutic agents, treatment sometimes fails due to tumor cell resistance and complications from side effects. Drug resistance in tumor cells leads to relapses and metastases, complicating prognosis. Therefore, it is essential to find new molecules with antitumor properties and lower toxicity; in this case, natural products from plants, bacteria, and fungi are also of interest to many research groups. Experimental studies have proven that lectins possess antiviral, antibacterial, fungicidal, immunomodulatory, and antitumor properties (Jei Ha Lee, 2022), (Gabriela Cavalcante da Silva, 2022), (Le Dinh Hung, 2021).

The aim of the study was to investigate the effect of *B. subtilis IMV B-7724* lectin on mice with a model tumor process.

The study was performed on 2 experimental models of tumor growth: ACE (Ehrlich adenocarcinoma), CLL (Lewis lung carcinoma). For each model, 2 animal groups were formed: “tumor growth control” (TGC) - mice with tumors without treatment (n = 10); “lectin” - mice with tumors, starting from 2 days after the introduction of tumor cells, *Bacillus subtilis* IMV B-7724 lectin (subcutaneously, 1 mg/kg body weight, every other day, a total course of 10 injections) was administered (n = 10), starting from the first day. Tumor progression (on ACE and CLL models) was characterized by standard indicators: frequency of grafting (%) and latent period of tumor appearance, tumor volume (mm3), survival duration of animals with tumors, and ITGI (inhibition of tumor growth index) were calculated. In the CLL model, metastasis indicators (IMI - metastasis inhibition index) were additionally assessed.

The frequency of tumor inoculation was not affected by the use of Bacillus subtilis IMB B-7724 lectin, regardless of the experimental tumor - tumors developed in all animals. However, the analysis of indicators characterizing further tumor progression revealed some differences in the effectiveness of *Bacillus subtilis* IMB B-7724 lectin in mice with ACE and CLL.

In ACE mice, tumor development delay was significantly increased in animals receiving lectin (increased by 1.4 times compared to animals not receiving treatment, $p < 0.05$). For the

"lectin" group mice, suppression of primary tumor growth and a statistically significant increase in the survival duration of tumor-bearing animals (by 1.8 times compared to untreated animals, $p < 0.05$) were characteristic. While no animals survived to the 42nd day of tumor progression in the "TGC" group, lectin administration prolonged the survival of some mice to 63-73 days after tumor cell transplantation. ITGI in the group of animals receiving bacterial lectins was 53.2%. No significant differences in the dynamics of CLL growth were observed between the treatment and control groups. The assessment of the number and size of lung metastases in control and experimental mice with CLL demonstrated the effectiveness of lectin administration. In the "lectin" group animals, the average volume of metastases was statistically significantly smaller compared to untreated mice (by 1.6 times, $p <0.05$). In mice with CLL, the administration of bacterial lectin led to a tendency to slow tumor growth and noticeable suppression of metastasis.

It was shown that the effectiveness of Bacillus subtilis IMV B-7724 lectin depends on the studied tumor growth model (ACE, CLL). In the CLL model, the antimetastatic effectiveness of *B. subtilis IMV B-7724* lectin was demonstrated, and in ACE mice, its antitumor effectiveness.

Danylo I., Zinchuk D., Vronska I., Komplikevych S., Maslovska O., Hnatush S.

ENDOPHYTIC AND RHIZOSPHERE MICROBIOTA OF *DESHAMPCIA ANTARCTICA* E. DESV. AND *COLOBANTHUS QUITENSIS* (KUNTH) BARTL. (GALINDEZ ISLAND, MARINE ANTARCTIC)

Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskyi St., 79005 Lviv, Ukraine
e-mail: irinadanilo98@gmail.com

Abiotic factors, such as humidity, salinity, extreme temperatures, and pollutants such as pesticides and heavy metals, are the main factors affecting plant growth and yield. Therefore, psychrophilic and environmentally resistant Antarctic microorganisms are a good alternative for the use of chemical fertilizers or mesophilic bacterial strains that stimulate growth. Research is being actively conducted to establish the mechanisms of plant growth stimulation by isolated strains of Antarctic microorganisms, and new, more promising strains of Antarctic microorganisms are being isolated from different substrates of Antarctica.

The aim of the study was to investigate the quantity of groups of endophytic and rhizosphere microorganisms of *Deshampcia antarctica* E. Desv. (Arctowski-Puchalski Plain, Galindez Island) and *Colobanthus quitensis* (Kunth) Bartl. (Arctowsky Plain, Galindez Island).

Surface sterilization of plants was carried out according to a modified method (Barra et al, 2016), which involves the stepwise use of sterile distilled water, 75% ethyl alcohol and 5.6% sodium hypochlorite to wash the plant surface. The water from the last wash of plant biomass was inoculated onto tryptone-soy agar (TSA) medium and R2A medium to control sterility. After sterilization, the root part was separated from the underground part, each of them was crushed in a sterile mortar with a pestle, serial dilutions were made in 0.9% NaCl, and sown on nutrient media. To determine the quantity of groups of rhizosphere microorganisms of *D. antarctica* E. Desv. and *C. quitensis* (Kunth) Bartl., 1 g of soil was added to 10 ml of 0.9% NaCl. The resulting suspension was shaken thoroughly and incubated for 20 min, after which it was shaken again and 0.1 ml was inoculated onto the nutrient media. Nutrient media were used to isolate microorganisms of different groups: TCA, starch-ammonia agar, Ashby medium, Hutchinson medium, Giltai medium, Vinogradsky medium for I and II phase of nitrification, Menkina medium, Sabouraud medium.

The quantity of microorganisms of different groups from the rhizosphere and endophytic microorganisms of *D. antarctica* E. Desv. and *C. quitensis* (Kunth) Bartl was determined. The total number of microorganisms of the rhizosphere of *C. quitensis* (Kunth) Bartl. was 0.2×10^4–0.4×10^5 CFU/g of dry soil. The total number of microorganisms of the rhizosphere of *D. antarctica* E. Desv.

was 0.3–1.2×10^6 CFU/g dry soil, and the number of endophytic microorganisms of *D. antarctica* E. Desv. was 0.8×10^3–1.9×10^6 CFU/g dry weight of plant. Among the rhizosphere microorganisms of *D. antarctica* E. Desv. the most numerous group was oligotrophic microorganisms (1.2×10^6 CFU/g dry soil), the less numerous group was nitrifying microorganisms (0.3×10^6 CFU/g dry soil). The number of oligonitrophilic microorganisms, including nitrogen-fixing microorganisms, was 0.8×10^6 CFU/g dry soil. The quantity of microscopic fungi, microorganisms that metabolize organic and inorganic phosphorus compounds, and microorganisms that metabolize nitrogen of inorganic compounds did not exceed 0.4–0.5×10^6 CFU/g dry soil. Among the endophytic microorganisms of *D. antarctica* E. Desv. the most numerous group was oligotrophic microorganisms. Microorganisms that metabolize nitrogen of inorganic compounds and oligonitrophilic microorganisms, including nitrogen-fixing microorganisms, were less numerous (1×10^5 CFU/g dry weight of plant).

Kanetska A., Komplikevych S., Maslovska O., Hnatush S.

INFLUENCE OF CU(II) AND CR(VI) IONS ON THE ACTIVITY OF ENZYMES OF GLUTATHIONE ANTIOXIDANT SYSTEM OF *RHODOPSEUDOMONAS YAVOROVII* BACTERIA

Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskiy St., 79005 Lviv, Ukraine
e-mail: anzhelakanetska@gmail.com

Photosynthetic purple non-sulfur bacteria *Rhodopseudomonas yavorovii* IMB B-7620 are exoelectrogens and hydrogen-producers during growth on various industrial wastewater. These bacteria were isolated from a technogenic-created lake Yavorivske (Lviv region, Ukraine), which contains elevated concentrations of certain metals. Numerous mechanisms of microorganism protection against heavy metal toxicity have been investigated. The glutathione-dependent system provides the reduction of H_2O_2, various organic hydroperoxides, toxic aldehydes, etc. Glutathione-dependent reduction of peroxides is provided by glutathione peroxidase and glutathione transferase. Glutathione reductase replenishes the pool of reduced glutathione.

The study aimed to investigate changes in the activity of enzymes of the glutathione antioxidant system of *Rhodopseudomonas yavorovii* IMB B-7620 bacteria under the influence of heavy metal compounds. Bacteria were grown on a modified nutrient medium ATCC N 1449. For the study of the influence of Cu(II) on the accumulation of biomass of *R. yavorovii* IMB B-7920, copper (II) chloride was added to the ATCC N 1449 medium at concentrations of 0.05-0.5 mM, and for the study of the influence of Cr(VI), potassium dichromate was added to the ATCC N 1449 medium at concentrations of 0.01–0.045 mM. The medium without metals was used as a control. The bacteria were cultivated for fourteen days at 28±1 ^oC. Glutathione peroxidase activity was determined by the rate of oxidation of reduced glutathione before and after incubation with tert-butyl hydroperoxide by reaction with 5,5’-dithiobis-2-nitrobenzoic acid. Glutathione transferase activity was determined by the rate of formation of the conjugate of reduced glutathione in the reaction with 1-chloro-2,4-dinitrobenzene. Glutathione reductase activity decrease in NADPH content over 5 min in reaction with oxidized glutathione.

The addition of copper (II) chloride and potassium bichromate to the cultural medium resulted in an increase in the activity of all investigated enzymes. During the growth of *R. yavorovii* IMB B-7620 in a medium with copper (II) chloride or potassium bichromate, glutathione peroxidase increased with the enlargement of the duration of cultivation time and was the highest during the 7th day of cultivation. Glutathione transferase activity was insignificant during 7 days of cultivation at the influence of copper (II) chloride in concentrations of 0.05-0.125 mM but increased at 0.25-0.5 mM concentrations. During 1the 0th and 14th days of cultivation, the glutathione transferase activity of *R. yavorovii* IMB B-7620 increased with an enlargement of

the duration of cultivation in the medium with copper (II) chloride. When *R. yavorovii* IMB B-7620 was grown in a medium with $K_2Cr_2O_7$, glutathione transferase activity increased with an increase in the duration of cultivation and was highest during the 14th day at the influence metal concentration of 0.02 mM. Glutathione reductase activity of *R. yavorovii* IMB B-7620 grown in a medium with copper (II) chloride increased at a concentration of 0.05 mM but decreased with an increase of the concentration of the metal salt to 0.5 mM. Potassium dichromate caused an increase in glutathione reductase activity, which was highest during the 7th day of cultivation.

The increase in activity of the enzymes of the glutathione system indicates the role of this system in protecting *R. yavorovii* IMB B-7620 against the influence of copper and chromium salts.

Kyrdii E.[1], Zaletska V.[1], Halushka A.[1], Peretyatko T.[1,2]

EFFECTS OF CYSTEINE AND SULFATE IONS ON THE SULFIDOGENIC ACTIVITY OF BACTERIA, ISOLATED FROM DIFFERENT PARTS OF LARGE INTESTINE OF RATS WITH ULCERATIVE COLITIS

[1]Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevsky str., Lviv, 79005, Ukraine
[2]State Institution National Antarctic Scientific Center
16, Taras Shevchenko Blvd., Kyiv, 01601, Ukraine
e-mail: elvirakirdii@gmail.com

Hydrogen sulfide, produced by the intestine microbiota, have the pleiotropic influence on human organism (Braccia et al., 2021). It is associated with different inflammatory intestine diseases, mostly Crone syndrome and ulcerative colitis (Stummer et al., 2022). Different organic compounds, which are present in human diet and which may be used by the sulfidogenic bacteria, have the influence on the production of hydrogen sulfide. Decomposition of cysteine have significant role in the production of hydrogen sulfide in healthy human organism (Braccia et al., 2021).

The aim of the work was to study the sulfidogenic activity of sulfate-reducing bacteria, isolated form the intestine of rats with ulcerative colitis, at different initial sulfate ion concentrations in the medium and the sulfidogenic activity as a consequence of cysteine decomposition. Postgate C medium and modified Postgate C medium (cysteine was added instaed of lactate as the carbon source and twice and five times more sulfate-containing compounds were added) were used for the cultivation of sulfate-reducing bacteria. Biomass was determined by the turbidity of cell suspension by its photometry with the photoelectrocororymeter KFK-3. Sulfate ion content was determined turbidimetrically. Amount of hydrogen sulfide, produced in the process of dissimilatory sulfate reduction, was determined in the culture medium photometrically using *p*-aminodimethyl aniline.

The initial concentration of sulfate ion and cysteine have different influence on the sulfidogenic activity of bacteria, isolated from the intestine of rats with ulcerative colitis. Biomass of bacterial strains I, 6B and 12V was 0.5 g/L after their cultivation in the modified Postgate C medium (with cysteine). Sulfidogenic activity in the medium with cysteine was the highest in bacterial strain 12V, it accumulated for 1.7 times more hydrogen sulfide than I and 6B starins. The amount of reduced sulfate ion was 1.5–1.7 mM after 6 days bacterial strains I, 6B and 12V cultivation. Cysteine as a carbon source increase the bacterial sulfidogenic activity.

Biomass of bacterial strain I in the modified Postgate C medium with cysteine at the initial sulfate ion concentration 15.6 mM was 2.6 g/l, which is for 1.7 and 1.4 times higher thad in 6b and 12V strains. The increase of sulfate ion concentration in the medium did not increase the biomass. Strain 12V accumulated for 16 and 6 times more hydrogen sulfide than I and 6B, respectively, in the medium with cysteine and at the initial sulfate ion concentration

39 mM. Bacteria have different sulfidogenic activity at different initial sulfate ion concentration and carbon source. Addition of cysteine consequences in the production of much higher amount of hydrogen sulfide, which indicates on the importance of cysteine decomposition pathway for hydrogen sulfide synthesis. Sulfate-reducing bacteria accumulate up to 19 and 6.6 mM hydrogen sulfide, respectively, in the medium with cysteine and 15.6 and 39 mM sulfate ion, which is for 4.2 and 1.5 times higher compared to the control values.

Makukh S.[1], **Zvir G.**[1], **Tyrkus M.**[2,3]

MICROBIOLOGICAL PROFILE IN PATIENTS WITH CYSTIC FIBROSIS

[1]Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskogo str., Lviv, Ukraine
[2]Institute of Hereditary Pathology of the Ukrainian National Academy of Medical Sciences
31a Lysenka str., Lviv, Ukraine
[3]Scientific Medical Genetic Center LeoGENE
7g Maksymovycha str., Lviv, Ukraine
e-mail: makukhsofiia@gmail.com

Cystic fibrosis (CF) is the most common autosomal-recessive diseases among Caucasians. In CF patients the secretions of the exocrine glands thicken, which leads to the development of a multisystem disease with damage of bronchopulmonary system, pancreas, liver, reproductive system (C. Bombieri, 2011). The thick secret in bronchioles caused the medium for specific organism (D.M. Green, 2010). Since chronic infection of the bronchopulmonary tree is an important prognostic factor regarding the life expectancy of CF patients the objective of the study is to analyze microbiological profile among CF patients from Lviv CF centers according ECFPR (European Cystic Fibrosis patient’s registry) in 2016 and 2021.

The study group consisted of 187 of cases of confirmed diagnosis of cystic fibrosis. The results regarding infection and the chronic process were analyzed among CF children and CF adults according data for 2021 compare to 2016 year.

The results of a molecular genetic study of CFTR gene mutations in individuals with CF suspicion were analyzed. The most frequent mutation of the CFTR gene was F508del, it occurred with a frequency of 51.8 %. The results of microbiological analysis of sputum reveal that *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Haemophilus influenzae* are the most often found in bronchopulmonary secretion of the examined group of CF patients. Chronic respiratory infection with *S. aureus* and *P. aeruginosa* in patients with cystic fibrosis is the determining factor for severity disease prognosis.

The prevalence of *S. aureus* infection in all CF children and adults was analyses in 2016 and 2021 year. In 2016 the prevalence of *S. aureus* in children was 56.2 % and in CF adults it was 72.7%. Instead, in 2021 this percentage became 50.3 % in children and 60.8 % in CF adults. So it can be concluded that the prevalence of *S. aureus* has decreased.

The prevalence of *P. aeruginosa* infection in 2016 in children was 31.2 % and in adults it was 77.2 %. Instead, in 2021 this percentage became 34.0 % in children and 76.0 % in adults. It can be concluded that the spread of *P. aeruginosa* infection is not changed in five years’ period and is higher than for CF patients in European CF centers.

The prevalence of *H. influenzae* in 2021 was 2.1 % in children and *H. influenzae* was not detected in adults. In 2016, this study did not separate infection rates between children and adults and only examined the overall infection rate among both age groups, which was 2.0 %. Here we can conclude that the frequency of *H. influenza* infection almost did not change.

Chronic respiratory infection caused by *S. aureus* and *P. aeruginosa* in patients with cystic fibrosis is the determining factor for severity disease prognosis and need to be monitore.

Mashchak S., Koval I., Komplikevych S., Maslovska O., Hnatush S.

LIPID PEROXIDATION OF *OCHROBACTRUM RHIZOSPHAERAE* IMB B-7956 UNDER POTASSIUM BICHROMATE EXPOSURE

Ivan Franko National University of Lviv
st. 4, Hrushevskoho str., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: solomiiaterletska@gmail. com

Environmental pollution by heavy metals due to natural and industrial processes is an important problem. Heavy metals in high concentrations inhibit the viability of organisms. Strains capable of detoxification, biotransformation, and bioremediation of heavy metal ions have been isolated from various biotopes. *Ochrobactrum rhizosphaerae* are gram-negative non-spore-forming rod-shaped, halotolerant bacteria that are resistant to compounds of cadmium, iron, copper, chromium, and manganese. These bacteria are characterized by lecithinase, lipolytic, and amylolytic activity. Chromium exists in different valence states, the most common of which are Cr(VI) and Cr(III). Cr(VI) is the most toxic due to its mutagenic and carcinogenic action. Cr(VI), penetrating into the cell, reacts with $NADPH_2$, $FADH_2$, antioxidants, and glutathione reductase, resulting in the formation of unstable Cr (V), Cr (IV), as well as free radicals that cause oxidative damage to proteins, lipids, and DNA. Lipid peroxidation (LPO) is one of the important oxidative processes in cells, which provides renewal of the cytoplasmic membrane, and also occurs as a result of free radical cell damage.

The aim of the work was to investigate the content of lipid peroxidation products of bacteria *Ochrobactrum rhizosphaerae* IMB B-7956 under the influence of potassium bichromate. The bacteria were grown aerobically at a temperature of +27...+30 °C in triptic soy broth (TSB) (Merck, USA). Bacteria were inoculated into TSB with $K_2Cr_2O_7$ at concentrations of 0.2; 0.3; 0.35; 0.4; 0.5 mM. We used TSB without metal salt as a control. The biomass of bacteria was determined turbidimetrically at λ=330 nm. Diene conjugates (DC) were extracted in a mixture of n-heptane and isopropyl alcohol, followed by the determination of the content of these products in the heptane phase photometrically at λ=233 nm. The content of lipid hydroperoxides in cell-free extracts was determined by the method, the principle of which is the precipitation of proteins with trichloroacetic acid with the subsequent addition of ammonium thiocyanate into the medium. The concentration of thiobarbituric acid reactive species (TBARS) in cell-free extracts was measured using the reaction of malondialdehyde with thiobarbituric acid.

The concentrations of $K_2Cr_2O_7$ that led to the reduction of the biomass of *O. rhizosphaerae* IMB B-7956 by 50-75 % compared to the control, were selected for the study, which makes it possible to investigate the effect of the metal with an increase in the damaging effect. The study was conducted over 12, 24, and 48 hours of growth. The DC content increased with increasing potassium bichromate concentrations. During 12 hours of *O. rhizosphaerae* IMB B-7956 growth, the content of DC did not increase significantly compared with the control. However, during 24 and 48 hours of bacterial growth, the DC content was 3–5 times higher, compared to the control. The highest content of DC (0.25±0.01 μmol/mg of protein) was detected at 24 hours of cultivation of *O. rhizosphaerae* IMB B-7956 with 1 mM Cr (VI). The content of lipid hydroperoxides in *O. rhizosphaerae* IMB B-7956 cells increased with an increase in the concentration of metal salt in the TSB and the duration of cultivation. TBARS content in *O. rhizosphaerae* IMB B-7956 cells was higher than in the control during the 12 hours of bacterial growth, and with an increase in the duration of bacterial cultivation, the content of these LPO products decreased and did not exceed the value of these indicators in the control.

Consequently, an increase in the intensity of LPO processes in O. *rhizosphaerae* IMB B-7956 cells under the influence of $K_2Cr_2O_7$ may result from damage to cellular lipids. Since under the influence of $K_2Cr_2O_7$ the content of DC and lipid hydroperoxides increase, we assume that the reactions of free radical damage to macromolecules are induced in cells.

Moravska T., Melnyk V., Komplikevych S., Maslovska O., Hnatush S.

LIPID PEROXIDATION OF *PAENIBACILLUS TUNDRAE* IMB B-7915 UNDER THE INFLUENCE OF POTASSIUM BICHROMATE

Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskoho Str., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: tanyamoravska03@gmail.com

Bacteria of the *Paenibacillus* genus detoxify heavy metals, fix molecular nitrogen and solubilise phosphate. Chromium is an important trace element required for the metabolism of lipids, glucose and amino acids, and can play a regulatory role in the processes of replication and transcription in microorganisms. Cr(VI) is more toxic to microbial cells than Cr(III). Like other metals with variable valence, it catalyzes reactions of free radicals formation. Bacteria of the *Paenibacillus* genus are known to reduce Cr(VI) to Cr(III). One of the most important oxidative processes caused by free radicals is lipid peroxidation (LPO). The study aimed to investigate lipid peroxidation products' content in cells of bacteria *Paenibacillus tundrae* IMB B-7915 under the influence of potassium bichromate.

Bacteria were grown microaerobically at a temperature of + 27...+ 30° C in tryptic soy broth (Merck, USA). The bacterial biomass was determined turbidimetrically. The content of diene conjugates was determined using a mixture of n-heptane and isopropyl alcohol. The content of lipid hydroperoxides in cell-free extracts was determined by the method based on the principle of protein precipitation with trichloroacetic acid followed by the addition of ammonium thiocyanate to the medium. The concentration of thiobarbituric acid reactive species (TBARS) in cell-free extracts was measured by the color reaction of malondialdehyde with thiobarbituric acid at high temperature and acidic conditions.

Cr(VI) in concentrations of 0.2–0.6 mM caused a decrease in biomass accumulation of *P. tundrae* IMB B-7915 by 20–75 % compared to the control. The addition of potassium bichromate into the growth medium of *P. tundrae* IMB B-7915 caused an increase in the content of primary lipid peroxidation products. The content of diene conjugates was the highest during the first day of growth of *P. tundrae* IMB B-7915, and with further cultivation, the content of these LPO products decreased or did not change. Under the influence of 0.2–0.3 mM Cr(VI), the content of lipid hydroperoxides was the highest during the first day of growth (200–450 units/mg protein) and decreased with increasing duration of cultivation of *P. tundrae* IMB B-7915. During the 3rd day of growth, the highest content of lipid hydroperoxides was detected under the influence of 0.4–0.6 mM Cr(VI), which was 5–35 times higher than in the control. The content of TBARS under the influence of potassium bichromate was lower compared to the control during 1st and 3rd days of cultivation. During the 2nd day of growth of *P. tundrae* IMB B-7915, the content of TBARS increased with increasing concentration of metal salt.

Thus, an increase in the content of LPO products in cell-free extracts of *P. tundrae* IMB B-7915 indicates free radical processes caused by Cr(VI).

Pazur V.[2], Vorobets N.[1], Yavorska H.[2]

EFFECT OF EXTRACTS FROM THE LEAVES OF *PHYSOCARPUS OPULIFOLIUS* (L.) MAXIM. ON *BACILLUS SUBTILIS*

[2]Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo St. 4, 79005, Lviv, Ukraine

[1]Danylo Halytskyi Lviv National Medical University
Pekarska St., 69, Lviv, 79010, Ukraine
e-mail: Viktoriia.Pazur@lnu.edu.ua

Physocarpus opulifolius (L.) Maxim. is a deciduous shrub belonging to the Rosaceae family and the Spiraeoideae subfamily (Zlesak, 2012), which is widespread mainly in North America

(Dirr, 1998). Due to the ability to adapt to changing environmental conditions, undemanding to growing needs, in particular, resistance to changes in soil moisture, pH, and temperature, it has become a popular landscape plant in Europe and even some areas of China (Zlesak, 2012; Yin et al., 2010). It has profusely spaced leaves that turn yellowish to bronze in autumn, with beautiful flowers that turn into aesthetically pleasing red fruits (Dirr, 2011). It is known that the leaves of *P. opulifolius* contain a large number of anthocyanins, which give them a purple hue, carotenoids, flavonoids, phenyl carboxylic acids, and the bark contains triterpenoid compounds that exhibit antitumor properties (Liu, 2011).

Bacillus subtilis – bacteria that can grow in many environments, have a rod-like shape, and form a solid protective endospore, allowing them to tolerate extreme environmental conditions (Earl et al., 2008), including anaerobiosis (Michiko et al., 1998). They are part of probiotics, capable of producing antibiotics, and are often antagonists of pathogens (Suetal., 2020; Zhao et al., 2014). In addition, they do not require special conditions for cultivation (Bai et al., 2013).

The aim of the work was to determine the in vitro effect of water and water-ethanol extracts from the plant *Physocarpus opulifolius* to the bacterium *Bacillus subtilis* VKM B-408.

For this purpose, water and water-ethanol extracts from the leaves of *P. opulifolius*, collected on the outskirts of Lviv and dried to an air-drystate were prepared. Extracts were made by maceration method susing 20-, 50-, 70-, and 95% aqueous ethanol (AE) as extractants (1:20/ weight:volume/g:ml, 14 daysin the darkat 25 °C); and aqueous extract was performed by under reflux conditions in a boiling water bath for 30 minutes (1:10 weight:volume) according to State Pharmacopoeia of Ukraine. The antibacterial activity of the prepared extracts was determined by the diameter of the zone of inhibition by the diffusion method in agar, previously adapted using the modification of wells and cylinders method (Vorobets, Yavorska, 2016). Bacterial cultures were grown on meat-peptone agar at 28 ± 1 °C. Statistical processing of research results was carried out using the Microsoft Office Excel 2016 program.

According to the results of the study, it can be established that regardless of the used extractant (water or aqueous ethanol) and the method for determining the inhibitory effect (wells or cylinders), all the studied extracts from the leaves of *P. opulifolius* inhibited the growth of *B. subtilis* bacteria, forming zones of growth retardation, which were up to 20 mm.

Therefore, the studied extracts of *P. opulifoliu*s inhibit the growth of *B. subtilis* bacteria and are promising for studying their effect on other types of bacteria.

Soroka O., Komplikevych S., Maslovska O., Hnatush S.

MICROBIOTA OF *COLOBANTHUS QUITENSIS* (DESEPTION ISLAND, MARINE ANTARCTIC)

Ivan Franko National University of Lviv
4 Hrushevskyi St., 79005 Lviv, Ukraine
e-mail: sashasoroka40@gmail.com

The literature has described the advantages of cultivation with endophytic bacteria, as well as studies on the causes and mechanisms of this positive effect on plant growth and development. A special priority is the study of plants growing in extreme conditions, because their ability to adapt to a factors of environment depends on the microbiota. This can be an interesting solution for improving the growth of agricultural crops, because endophytes, unlike symbiotic organisms, are not so specific about the interaction between the plant. It is assumed that endophytes originate from microorganisms of the rhizosphere and are closely related to them.

The purpose of this study was to isolate bacteria from a plant sample of the *Colobanthus quitensis* and to investigate the properties of the isolated bacteria. Surface sterilization of plants was carried out according to a modified method (Barra et al, 2016), which involves the stepwise use of sterile distilled water, 75% ethyl alcohol and 5,6% sodium hypochlorite to wash the surface

of the plant. Water from the last washing of plant biomass was inoculated onto tryptone-soy agar (TSA) and R2A medium for sterility control. After sterilization, the root part was separated from the above-ground part of plant, each of them was crushed in a sterile mortar with a pestle, serial dilutions were made in 0,9% NaCl and sown on nutrient media. To determine the enumeration of groups of microorganisms in the rhizosphere of *C. quitensis*, 1 g of soil was added to 10 ml of 0,9% NaCl. The resulting suspension was thoroughly shaken and kept for 20 minutes, after which it was shaken again and 0,1 ml was sown on nutrient media. The next media were used in this work: TSA, starch-ammonia agar, Ashby’s mannitol agar, media with carboxymethyl cellulose, Giltai’s medium, Vinohradskyi’s medium for the I phase of nitrification, Vinohradskyi’s medium for the II phase of nitrification, Menkina’s medium, Sabouraud agar, medium for urobacteria which contain urea as carbon source. To determine the number of microorganisms of ammonifiers, urobacteria and denitrifiers, 1 ml of suspension was sown in test tubes with TSB with litmus, medium for urobacteria, Giltai’s medium and evaluated according to the McCready table. The samples were grown for 24 days at a temperature of 16 °C.

The most numerous group of microorganisms in the rhizosphere of *C. quitensis* ($2{,}4\times10^6$ CFU/g of soil) were microorganisms that metabolize nitrogen of organic compounds. In this sample, microorganisms that metabolize nitrogen of inorganic compounds, oligotrophic and oligonitrophilic microorganisms were less numerous, compared to microorganisms that metabolize nitrogen of organic compounds. Among nitrifying microorganisms, the enumeration of microorganisms capable of oxidizing NO_2^- was higher compared to the number of microorganisms that oxidize NH_4^+. Among the microorganisms capable of solubilizing phosphate-containing compounds, only microorganisms that metabolize inorganic phosphorus compounds were found.

For the endophytes of root, the most numerous group is also microorganisms that metabolize nitrogen of organic compounds ($2{,}2\times10^6$ CFU/g of dry weight). Oligonitrophilic, including nitrogen-fixing microorganisms are also numerous ($1{,}5\times10^5$ CFU/g of dry weight). Among the microorganisms capable of solubilizing phosphate-containing compounds, we found only microorganisms that metabolize inorganic phosphorus compounds.

The quantity of microorganisms of the above-ground part of *C. quitensis* are smaller, compared to the quantity of groups of rhizosphere or endophytes of root. Most of them were oligotrophic microorganisms (8×10^4 CFU/g of dry weight) and cellulose-destroying microorganisms (6×10^4 CFU/g of dry weight). Microorganisms capable of solubilizing phosphate-containing compounds were not detected.

It can be concluded that the microbiota of *C. quitensis* has the ability to mobilize various types of compounds, depending on the localization of microorganisms in the plant. The obtained results will be used for further studies of the endophytes of Antarctic plants.

Tkaczenko H.[1], Buyun L.[2], Kurhaluk N.[1], Honcharenko V.[3], Prokopiv A.[3,4]

IN VITRO EVALUATION OF ANTIMICROBIAL EFFICACY OF ETHANOLIC EXTRACTS DERIVED FROM LEAVES OF *FICUS LINGUA* WARB. EX DE WILD. & T.DURAND

[1]Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Poland
22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland
[2]M.M. Gryshko National Botanic Garden, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[3]Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine
Hrushevskoho St, 4, Lviv, 79005, Ukraine
[4]Botanic Garden of Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

Due to the increased resistance to antibiotics and chemotherapeutics, it is necessary to use safe and effective products for the prevention and management of bacterial and fungus diseases. Natural products with herbal origins have good potential in this area (Aliasghari et al., 2017; Elchaghaby et al., 2022). Today, the identification of appropriate healthcare approaches, such

as herbal medicines, with fewer side effects is more favorable, especially with regard to the adverse effects of chemical drugs (Shakib et al., 2019). *Ficus lingua* Warb. ex De Wild. & T. Durand was chosen for this study as a result of a reported antibacterial activity or traditional use to treat bacterial-related infections in many plants belonging to the *Ficus* genus. *Ficus lingua* is an evergreen shrub, sometimes with a climbing habit, or can become a tree with a spreading, much-branched crown. It can grow up to 30 meters tall (http://www.ville-ge.ch). It often starts life as an epiphyte in the branch of a tree and can eventually send down aerial roots that, once they reach the ground, provide extra nutrients that help the plant grow more vigorously. These aerial roots can completely encircle the trunk of the host tree, constricting its growth – this, coupled with the more vigorous top growth, can lead to the fig outcompeting and killing the tree in which it is growing (http://www.prota.org; https://tropical.theferns.info). The tree is traditionally used as a source of fibre from which cloth can be made. It is sometimes grown to provide shade and as an ornamental and bonsai tree (http://www.prota.org; https://tropical.theferns.info). It is often distributed from Northern Angola to Uganda and Cameroon plus Ivory Coast. Probably also occurs between Cameroon and Ivory Coast and in Liberia (Berg, 1989-1991; http://www.figweb.org). The current study is a continuous line of our investigations directed towards the assessment of the antibacterial potentials of *Ficus* species plants. The current study aimed to determine the antibacterial activity of *Ficus lingua* Warb. ex De Wild. & T. Durand against Gram-positive and Gram-negative bacteria.

The leaves of *F. lingua*, cultivated under glasshouse conditions, were sampled at M.M. Gryshko National Botanic Garden (NBG), National Academy of Science of Ukraine. The leaves were brought into the laboratory for antimicrobial studies. Freshly sampled leaves were washed, weighed, and homogenized in 96% ethanol (in the ratio of 1:19, w/w) at room temperature. The extracts were then filtered and investigated for their antimicrobial activity. The testing of the antibacterial activity of the plant extracts was carried out *in vitro* by the Kirby-Bauer disc diffusion technique (Bauer et al., 1966). For this study, a panel of organisms including *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®25923™) (mecA negative), *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™) (mecA negative, Oxacillin sensitive, weak β-lactamase producing strain), *S. aureus* NCTC®12493 (mecA positive, Methicillin-resistant, EUCAST QC strain for cefoxitin), *Escherichia coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®25922™), *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC® 35218™), *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula (ATCC®27583™), *Enterococcus faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™), and *Enterococcus faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) were used. The antimicrobial susceptibility testing was done on Muller-Hinton agar by the disc diffusion method. Inhibition zone diameters were determined and averaged. For each strain, eight replicates were assayed (n = 8). The Petri dishes were observed and photographs were taken. The susceptibility of the test organisms to the *F. lingua* extract was indicated by a clear zone of inhibition around the discs containing the extract and the diameter of the clear zone was taken as an indicator of susceptibility. Zone diameters were determined and averaged. The following zone diameter criteria were used to assign susceptibility or resistance of bacteria to the phytochemicals tested: Susceptible (S) ≥ 15 mm, Intermediate (I) = 10–15 mm, and Resistant (R) ≤ 10 mm (Okoth et al., 2013; Tkachenko et al., 2019).

Results of the current study revealed that both Gram-positive and Gram-negative strains were sensitive to the ethanolic extract derived from the leaves of *F. lingua*. The diameters of inhibition zones for *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®25922™) strain after the application of *F. lingua* extract were increased to (15.49 ± 0.91 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (8.02 ± 0.61 mm). Similar results were obtained for the *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®35218™) strain. The diameters of inhibition zones after the application of *F. lingua* extract were increase to (12.82 ± 0.79 mm) compared to the 96%

ethanol as control samples (7.0 ± 0.64 mm). The percentage of increase in the inhibition zone diameters was 93% and 83% for *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®25922™) and *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®35218™) strains, respectively. *P. aeruginosa* (Schroeter) Migula (ATCC®27853™) strain was resistant to the *F. lingua* extract. The diameters of inhibition zones after the application of *F. lingua* extract were (10.28 ± 0.63 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (7.12 ± 0.56 mm).

Gram-positive strains were also sensitive to the *F. lingua* extract. *S. aureus* strains exhibited intermediate activity to the *F. lingua* extract. *S. aureus* (NCTC®12493) strain was less sensitive then *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™) and *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®25923™) strains. Diameters of inhibition zones after application of the *F. lingua* extract were (17.56 ± 1.11 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (8.94 ± 0.79 mm) for *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™) strain, (15.19 ± 1.08 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (9.81 ± 0.77 mm) for *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®25923™) strain, and (13.34 ± 0.88 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (8.33 ± 0.74 mm) for *S. aureus* (NCTC®12493) strain. The increase of diameters of inhibition zones after the application of the *F. lingua* extract was 96% ($p < 0.05$), 55% ($p < 0.05$), and 60% ($p < 0.05$) for *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™), *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®25923™), and *S. aureus* (NCTC®12493) strains, respectively, compared to the control samples (96% ethanol).

E. faecalis strains were also sensitive to the *F. lingua* extract. Diameters of inhibition zones after application of the *F. lingua* extract were (13.64 ± 0.95 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (7.53 ± 0.60 mm) for *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) strain and (14.71 ± 1.05 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (8.18 ± 0.55 mm) for *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™) strain. The increase of diameters of inhibition zones after the application of the *F. lingua* extract was 81% ($p < 0.05$) and 80% ($p < 0.05$) for *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) and *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™) strains, respectively.

In summary, this study provides insight into the *in vitro* antibacterial activity of an ethanolic extract derived from the leaves of *Ficus lingua* against Gram-negative strains such as *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®25922™), *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®35218™), *P. aeruginosa* (Schroeter) Migula (ATCC®27853™) and Gram-positive strains such as *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™), *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®25923™), methicillin-resistant (MRSA) *S. aureus* (NCTC®12493), *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) (resistant to vancomycin; sensitive to teicoplanin) and *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™). Results of the current study revealed that both Gram-positive and Gram-negative strains were sensitive to the *F. lingua* extract. Gram-positive strains such as *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™), *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®25923™), *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) and *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™) were sensitive to the *F. lingua* extract. The highest diameters of inhibition zones after the application of the *F. lingua* extract were observed for *S. aureus* subsp. *aureus* strains. This study demonstrates the antibacterial potential of ethanolic extract derived from the leaves of *F. lingua* and for use in the treatment of bacterial infection. The bioactive compounds of *F. lingua* extract, as well as its main biological activities, make it a promising candidate for communicable disease management.

This work was supported by The International Visegrad Fund, and the authors are cordially grateful for this.

Tkaczenko H.[1], Opryshko M.[2], Gyrenko O.[2], Maryniuk M.[2], Buyun L.[2], Kurhaluk N.[1]

IN VITRO ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF COMMERCIAL EUCALYPTUS ESSENTIAL OIL AGAINST SOME GRAM-POSITIVE AND GRAM-NEGATIVE BACTERIA

[1]Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Poland
22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland
[2]M.M. Gryshko National Botanic Garden, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Eucalyptus leaf oil has astounding widespread biological activities, including antimicrobial, antiseptic, antioxidant, chemotherapeutic, respiratory and gastrointestinal disorder treatment, wound healing, and insecticidal/insect repellent, herbicidal, acaricidal, nematicidal, and perfumes, soap making and grease remover (Dhakad et al., 2018). Most essential oils (EOs) from *Eucalyptus* species are rich in monoterpenes and many have found applications in pharmaceuticals, agrochemicals, food flavorings, and perfumes. Such applications are related to their diverse biological and organoleptic properties (Barbosa et al., 2016). Studies have shown that eucalyptus EO and its major monoterpenes have enormous potential for preventing and treating infectious diseases caused by viruses (Mieres-Castro et al., 2021). *Eucalyptus globulus* EO has antibacterial properties against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), which can be enhanced when used in combination with other agents, such as other essential oils and antibiotics (Merghni et al., 2018; Elangovan and Mudgil, 2023). In the study of Cermelli and co-workers (2008), the activity of *Eucalyptus globulus* essential oil was determined for 120 isolates of *Streptococcus pyogenes*, 20 isolates of *S. pneumoniae*, 40 isolates of *S. agalactiae*, 20 isolates of *Staphylococcus aureus*, 40 isolates of *Haemophilus influenzae*, 30 isolates of *H. parainfluenzae*, 10 isolates of *Klebsiella pneumoniae*, 10 isolates of *Stenotrophomonas maltophilia* and two viruses, a strain of adenovirus and a strain of mumps virus, all obtained from clinical specimens of patients with respiratory tract infections. *H. influenzae*, *H. parainfluenzae*, and *S. maltophilia* were the most susceptible, followed by *S. pneumoniae* (Cermelli et al., 2008). EOs of four different *Eucalyptus* species (*Eucalyptus salubris*, *Eucalyptus salmonophloia*, *Eucalyptus oleosa*, and *Eucalyptus gracilis*) grown in southern Tunisia have screened for their antioxidant and antimicrobial properties, as well as their chemical compositions and data were presented in the study of Ben Marzoug and co-workers (2010). EOs exhibited an interesting antibacterial activity against all microorganisms tested (activity was better against Gram-positive bacteria) except for *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* (Ben Marzoug et al., 2010).

In the current study, the antibacterial properties of commercial eucalyptus essential oil provided by Polish essential oil manufacturers (Naturalne Aromaty sp. z o.o., Kłaj, Poland) against some Gram-positive and Gram-negative bacteria were studied. To this intent, the antimicrobial susceptibility test was used (the Kirby–Bauer disk diffusion test for measuring zone diameters of bacterial growth inhibition).

The eucalyptus EO was provided by Polish essential oil manufacturers (Naturalne Aromaty sp. z o.o., Kłaj, Poland). The investigated sample did not contain additives or solvents and was confirmed to be natural by the manufacturers. The samples were stored in resalable vials at 5°C in the dark but were allowed to adjust to room temperature prior to investigation. Geographical origins were excluded as information was mostly not available. The testing of the antibacterial activity of eucalyptus EO was carried out *in vitro* by the Kirby-Bauer disc diffusion technique (Bauer et al., 1966). In the current study, Gram-negative strains such as *Escherichia coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®25922™), *Escherichia coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®35218™), *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula (ATCC®27853™) and Gram-positive strains such as *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™), methicillin-resistant (MRSA), mecA positive *Staphylococcus aureus* (NCTC®12493), *Enterococcus faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) (resistant to vancomycin; sensitive to teicoplanin) and *Enterococcus faecalis* (Andrewes and

Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™) were used.

The strains were inoculated onto Mueller-Hinton (MH) agar dishes. Sterile filter paper discs impregnated with eucalyptus EO were applied over each of the culture dishes. Isolates of bacteria with eucalyptus EO were then incubated at 37°C for 24 h. The Petri dishes were then observed for the zone of inhibition produced by the antibacterial activity of eucalyptus EO. A control disc impregnated with 96% ethanol was used in each experiment. At the end of the 24-h period, the inhibition zones formed were measured in millimetres using the vernier. For each strain, eight replicates were assayed (n = 8). The Petri dishes were observed and photographs were taken. The susceptibility of the test organisms to the eucalyptus EO was indicated by a clear zone of inhibition around the discs containing the eucalyptus EO and the diameter of the clear zone was taken as an indicator of susceptibility. Zone diameters were determined and averaged. The following zone diameter criteria were used to assign susceptibility or resistance of bacteria to the phytochemicals tested: Susceptible (S) ≥ 15 mm, Intermediate (I) = 10–15 mm, and Resistant (R) ≤ 10 mm (Okoth et al., 2013; Tkachenko et al., 2022).

Results of the current study revealed that Gram-negative strains, such as *E. coli* and *P. aeruginosa* were resistant to the eucalyptus EO. The diameters of inhibition zones for *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®25922™) strain after the application of eucalyptus EO were similar (10.29 ± 0.81 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (8.02 ± 0.61 mm). Similar results were obtained for *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®35218™) strain. The diameters of inhibition zones after the application of eucalyptus EO were (7.56 ± 0.55 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (7.0 ± 0.64 mm). *P. aeruginosa* (Schroeter) Migula (ATCC®27853™) strain was also resistant to the eucalyptus EO. The diameters of inhibition zones after the application of eucalyptus EO were (7.87 ±0.61 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (7.12 ±0.56 mm).

Gram-positive strains were sensitive to the eucalyptus EO compared to the Gram-negative strains. *S. aureus* strains exhibited intermediate activity to the eucalyptus EO. *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™) strain was more sensitive than *S. aureus* (NCTC®12493). Diameters of inhibition zones after application of eucalyptus EO were (15.69 ± 0.89 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (8.94 ± 0.79 mm) for *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™) strain and (13.24 ± 0.56 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (8.33 ± 0.74 mm) for *S. aureus* (NCTC®12493) strain. The increase of diameters of inhibition zones after the application of eucalyptus EO was 75.5% ($p < 0.05$) and 58.9% ($p < 0.05$) for *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™) and *S. aureus* (NCTC®12493) strains, respectively compared to the control samples (96% ethanol).

E. faecalis strains were more sensitive to eucalyptus EO. Diameters of inhibition zones after application of eucalyptus EO were (18.85 ± 0.75 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (7.53 ± 0.60 mm) for *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) strain and (13.54 ± 0.64 mm) compared to the 96% ethanol as control samples (8.18 ± 0.55 mm) for *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™) strain. The increase of diameters of inhibition zones after the application of eucalyptus EO was 150% ($p < 0.05$) and 65.5% ($p < 0.05$) for *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) and *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™) strains, respectively.

In summary, this study provides insight into the *in vitro* antibacterial activity of commercial eucalyptus EO against Gram-negative strains such as *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®25922™), *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®35218™), *P. aeruginosa* (Schroeter) Migula (ATCC®27853™) and Gram-positive strains such as *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™), methicillin-resistant (MRSA) *S. aureus* (NCTC®12493), *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) (resistant to vancomycin; sensitive to teicoplanin) and *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™). Results of the current study revealed that resistant to the

eucalyptus EO were Gram-negative bacterial strains, such as *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®25922™), *E. coli* (Migula) Castellani and Chalmers (ATCC®35218™), *P. aeruginosa* (Schroeter) Migula (ATCC®27853™) strains. The diameters of inhibition zones after the application of eucalyptus EO were similar to control samples (96% ethanol). On the other hand, Gram-positive strains such as *S. aureus* subsp. *aureus* Rosenbach (ATCC®29213™), methicillin-resistant *S. aureus* (NCTC®12493), *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®51299™) and *E. faecalis* (Andrewes and Horder) Schleifer and Kilpper-Balz (ATCC®29212™) were sensitive to eucalyptus EO. The highest diameters of inhibition zones after the application of eucalyptus EO were observed for *E. faecalis* strains. This study demonstrates the potential of commercial eucalyptus essential oil as an antibacterial agent and for use in the treatment of MRSA infection. The data contributes to the ongoing scientific investigation regarding the application of essential oils as natural antibacterial agents.

This research has been supported by Pomeranian University in Słupsk, and it is cordially appreciated by the authors.

Topilnytska A.[2], Kuzeliak Kh.[2], Vorobets N.[1], Yavorska H.[2]

EFFECT OF EXTRACTS FROM *BUDDLEJA OFFICINALIS* MAXIM. ON CANDIDA

[2]Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo St. 4, 79005, Lviv, Ukraine
[1]Danylo Halytskyi Lviv National Medical University
Pekarska St., 69, Lviv, 79010, Ukraine
e-mail: andriana.topilnytska@lnu.edu.ua

Although significant progress has been made in the treatment of many human infections, infections caused by microorganisms still pose a serious threat to human health. Due to the increasing resistance of bacteria to synthetic antibiotics, the antimicrobial activity of various plant extracts containing natural biocides is being studied. Flower buds of the plant *Buddleja officinalis* Maxim. have been used in traditional medicine as a folk remedy. This flowering shrub, belonging to the Scrophulariaceae family, is widely distributed in the Americas, Africa, and Asia and is used to treat inflammation, vascular diseases, conjunctivitis, headache, and stroke, as well as to improve liver function (Jung et al., 2017). Flowers and buds have antispasmodic, choleretic, and ophthalmic effects, similar to the effect of compounds known as vitamin P, reducing the permeability and fragility of blood vessels of the skin and small intestine, increasing appetite and intestinal peristalsis. The plant contains more than 50 compounds, including flavonoids, phenylethanoid glycosides, and alkaloids, which have high antioxidant activity (Xie et al., 2019).

Due to the presence of these and other substances, this plant may have antimicrobial activity against *Candida* species (Jung et al., 2017; Scott, 2017).

The aim of this study was to investigate the effect of water and water-ethanol extracts from *Buddleja officinalis* Maxim. on five different *Candida* species: *C. pseudotropicalis, C. curvata, C. kefyr, C. parapsilosis* and *C. tenuis*.

Extracts from the leaves and inflorescences of *B. officinalis*, which were collected in the botanical garden of the Danylo Halytsky Lviv National Medical University, were obtained andanti-candidal activity was determined by the diffusion method in agar in a modification with wells and cylinders, determining the diameter of the growth retardation zone (Vorobets,Yavorska 2016) for *Candida pseudotropicalis* (*Kluyveromyces marxianus* ATCC 4922=VKMY-922), *C. curvata* (*Cutaneotrichosporon curvatus* ATCC 10567=VKMY-2230), *C. kefyr* (*Kluyveromyces marxianus* VKM Y-459), *C. parapsilosis* ATCC 22019=UKMY-73t=VKMY-58 and *C. tenuis* ATCC 10573=UKMY-1525t (*Yamadazyma tenuis* ATCC 10573=VKM Y-70). For sowing, 0.2 ml of suspension with a biomass of 0.1–0.2 g/l was used, the amount of extract was 0.2 ml.

Extracts from the leaves and inflorescences of *B. officinalis* were obtained by the maceration method using 20%, 60%, 70%, and 96% aqueous ethanol (AE) as extractants (1:20 weight:volume and 14 days in the dark at 25°C); and aqueous extract was performed by under

reflux conditions in a boiling water bath for 30 minutes (1:10weight:volume) according to State Pharmacopoeia of Ukraine.

Extracts made from the aerial parts of *B. officinalis* (leaves and inflorescences) have been found to have a slight anti-candidal effect. The growth retardation zones under the influence of the aqueous extract, at a dilution of 1:10, reached up to 10 mm, indicating the low sensitivity of yeast to the studied extracts. Extracts made with aqueous ethanol at 20% and 60% concentrations also affected zones up to 10 mm. Even the 96% ethanol extract, from which other compounds were apparently extracted, moderately affected the tested yeast cultures, causing growth inhibition zones up to 12 mm. The dilution of AE extracts (1:10 or 1:20) and the determination method (wells or cylinders) did not affect the results.

The results of the study established that extracts made from *Buddleja officinalis* Maxim. moderately affect *Candida* yeast, regardless of the extractant, dilution and research method.

Topilnytska T.[2], Vorobets N.[1], Yavorska H.[2]

EFFECT OF EXTRACTS FROM *STACHYS PALUSTRIS* L. ON *PSEUDOMONAS FLUORESCENS*

[2]Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo St. 4, 79005, Lviv, Ukraine
[1]Danylo Halytskyi Lviv National Medical University
Pekarska St., 69, Lviv, 79010, Ukraine
e-mail: topilnitska.t.2017@gmail.com

Stachys palustris L. (Lamiaceae) is a perennial herb that grows up to 150 cm tall and is common in wet places in Europe. The plant has four-sided stems with opposite, lanceolate serrated leaves, almost without petioles, velvety covered with soft hairs on both sides. The flowers are bisexual, irregular, forming spike-like inflorescences. Young shoots of *S. palustris* are sometimes used like asparagus, and its tuber is eaten raw or cooked. This plant, after grinding, was used to flavor bread (Venditti et al., 2017; Gören, 2014). Various species from the genus *Stachys* are used for the treatment of rheumatic, gastric, asthmatic and skin diseases in the form of infusions or decoctions. They contain fatty acids, alkaloids, triterpenes, phytosterols, phytoecdysteroids, diterpenes, iridoids, flavonoids, etc., which have anti-inflammatory, antibacterial, antioxidant and anti-nephritic effects (Gören, 2014; Tomou et al., 2020).

Pseudomonas fluorescens bacteria are representatives of the local microbiota of various parts of the human body. They can prevent skin diseases such as impetigo and, on the other hand, show pathogenic properties, causing severe conditions, for example, in the lungs of intubated patients in the intensive care unit (Bahrani-Mougeot et al., 2021) or sepsis after entering the bloodstream during other injections or through catheters (Gershman et al., 2008). It is also known that *P. fluorescens* strains associated with plants form biofilms, which are important agents of plant protection against pathogenic fungi due to the formation of a number of antibiotics (Scales et al., 2014).

The work aimed to investigate the antibacterial effect of extracts from *Stachys palustris* against *Pseudomonas fluorescens.*

The object of the research was water and water-ethanol extracts from the aerial part of *Stachys palustris.* Extracts were made by maceration method susing 20-, 50-, 70-, and 95% aqueous ethanol (AE) as extractants (1:20/weight:volume/g:ml, 14 daysin the darkat 25 °C); and aqueous extract was performed by under reflux conditions in a boiling water bath for 30 minutes (1:10 weight:volume) according to State Pharmacopoeia of Ukraine. The antibacterial activity of the extracts against *Pseudomonas fluorescens* VKM B-894 (ATCC 13525) was determined by the diameter of the zone of growth retardation by the diffusion method in agar, previously adapted using the modification of wells and cylinders method (Vorobets, Yavorska, 2016). Statistical processing of research results was carried out using the Microsoft Office Excel 2016 program.

Microbiological studies established that the analyzed aqueous extracts from *S. palustris*

affected *P. fluorescens,* causing zones of growth retardation up to 15 mm. AE extracts had a high inhibitory effect on *P. fluorescens,* which caused zones of growth retardation from 9 to 17 mm, regardless of the concentration of the extractant and the research method.

Therefore, water and water-ethanol extracts from the vegetative organs of *Stachys palustris* plants have an inhibitory effect on *Pseudomonas fluorescens.*

Velykyi V., Voznesenskaya T.

INVESTIGATION OF SIRTUIN-2 INHIBITION IN T-CELLS UNDER OXIDATIVE STRESS

Bogomoletz Institute of Physiology of NASU, Ukraine
4 Bogomoletz street, Kyiv 01024, Ukraine
e-mail: vasyl_velykyi@biph.kiev.ua

Sirtuin-2 (SIRT-2) is a member of the sirtuin family of proteins that play a critical role in regulating various cellular processes, including cell metabolism, apoptosis, and DNA damage repair. SIRT-2 has been shown to regulate T-lymphocyte activation by modulating the expression of key cytokines and transcription factors. This protein has also been shown to regulate the differentiation of T-lymphocytes into effector cells, which are crucial for the elimination of infected cells. SIRT-2 has been shown to regulate the migration of T-lymphocytes, which is critical for their ability to target and eliminate pathogens. Studies showed that it has been implicated in the development of autoimmune diseases, as it regulates the differentiation of T-lymphocytes into self-reactive cells. Overall, SIRT-2 plays a critical role in the regulation of T-lymphocyte function and has emerged as a promising therapeutic target for the treatment of immune-related diseases.

This research is aimed to examine in vitro modulation SIRT-2 activity (inhibition) and it effects on and cell death type under oxidative stress.

For examination effects on cell death type, we isolated immune cells from the thymus of Albino line mice, adult females weight 18-20 g.T-cells cultivated with 10 mkM Agk-2 (specific inhibitor of SIRT-2) in RPMI 1640 media with 100 mkM H2O2 (oxidative stress factor) during 1 hour at 37°C in the natural atmosphere. Control groups cells cultivated in RPMI media with 100 mkM H2O2 for 1 hour at 37°C in a natural atmosphere. For detection of live, necrotic and apoptotic cells were used a combination of Propidium iodide and HOECHST 33342 dyes solution and fluorescent microscopy imaging. Apoptosis and necrosis was differentiated by dyeing depended from membrane integrity and cytomorphological characteristics as cell swelling, chromatin condensation and fragmentation. We used Student's t-test for statistical analysis, $p<0,05$. We showed in our research that SIRT-2 inhibition by Agk2 leads to decreasing immune cells resistance to oxidative stress. For T-cells survival rate after Agk-2 treating decrease to 17,56%. Necrosis rate is increased for T-cells to 11,51%. Apoptosis rate after incubation with AgK-2 increased to 4,73%.

To conclude, the influence of SIRT-2 inhibition on the type of cell death that occurs depends on various factors, including the cell type, the context of inhibition, and the downstream signaling pathways that are affected.

Vlasiuk Y., Yavorska H., Fedorovych D.

PRODUCTION OF FLAVINMONONUCLEOTIDE BY *CANDIDA FAMATA* STRAINS WHICH EXPRESSED THE GENE OF TRANSCRIPTION ACTIVATOR *SEF1* UNDER CONTROL OF THE LACTOSE-INDUCED *LAC4* PROMOTER

Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskogo St. 4, 79005, Lviv, Ukraine
e-mail: yana.vlasiuk2002@gmail.com

Flavin mononucleotide (FMN) is a flavin coenzyme involved in numerous oxidoreductive reactions. In addition, FMN is biosynthetic precursor of the dimethylbenzimidazol part of coenzyme B_{12} and of the antibiotic roseoflavin. FMN has numerous industrial applications,

mostly in food industry as yellow colorant in soft drinks and yoghurts due to its 200 times higher water solubility relative to riboflavin FMN is mainly produced by chemical phosphorylation of riboflavin, however, even the most purified preparations of chemically synthesized FMN contain around 25% of different flavin impurities, mostly of isomeric riboflavin phosphates. Riboflavin can be converted to FMN *in vitro* by using purified riboflavin kinases catalyzing phosphorylation at 5’-position or by hydrolyzing flavin adenine dinucleotide (FAD) with FAD pyrophosphatase. However, this process is too expensive for industrial production. Multicopy integration of *FMN1* gene coding for riboflavin kinase from the flavinogenic yeast *Debaryomyces hansenii* in the riboflavin overproducing strain of the close flavinogenic yeast *Candida famata* led to accumulation of FMN in cultural medium were constructed.

The aim of this work was to obtain advanced FMN overproducing strains of *C. famata.* To construct such strains we introduced a plasmid pFMN1 harboring *D. hansenii* gene *FMN1* under control of *C. famata TEF1* promoter into much more effective recently isolated riboflavin overproducing strains BRP. Additionally, the plasmid with gene *C. famata SEF1* gene under control of *LAC4* promoter was introduced in transformants, containing the additional copy of *FMN1* gene, obtained on the basis of the recipient strains BRP.

The transformants were tested for the irability to synthesize FMN on different media. Strain BRP/FMN1 revealed 50-elevated accumulation of FMN in the cultural liquid as compared to the corresponding parental strain during cultivation in glucose-containing YNB medium supplemented with yeast extract. Resulted transformants containing an additional copy of gene *SEF1* under the control of the *LAC4* promoter were characterized by increased production of FMN during cultivation in the medium with lactose. FMN production by these strains was significantly (6-10 fold) higher on cheese whey than that in glucose-containing YNB medium.

FMN production by engineered strains overexpressing both *FMN1* and *SEF1* during the incubation of 5 mg of washed cells in the sucrose-contained optimized medium was reached maximally 250 mg/L. In cheese whey supplemented with ammonium sulfate (3 g/L) maximal production of FMN (540 mg/L) was observed for strain BRP/FMN1/pLAC4SEF1 after 48 hours of the washed cell incubation, which was approximately 30 percent of the total flavins content.

Voitovych M.[1], Peretyatko T.[1,2], Komplikevych S.[1], Maslovska O.[1], Moroz O.[1], Hnatush S.[1]

EFFECTS OF HEAVY METAL COMPOUNDS TO BACTERIA, ISOLATED FROM DIFFERENT BIOTOPES OF ANTARCTICA

[1]Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevsky str., Lviv, 79005, Ukraine
[2]State Institution National Antarctic Scientific Center
16, Taras Shevchenko Blvd., Kyiv, 01601, Ukraine
e-mail: vojtovicmaria0906@gmail.com

Pollution of environment by heavy metals is considered one of the biggest problems of nowadays. Toxicity and capability of the bioaccumulation of these pollutants is the reason to search potential ways of environment detoxification from heavy metal compounds. Antarctic microorganisms, isolated from the biotopes with the increased heavy metal concentrations, have acquired the physiological and metabolic adaptations, which enabled them to colonize these sites. These strains are potentially perspective for the multifunctional application, Especially in the bioremediation processes.

The aim of the work was to determine the minimal inhibitory and maximal tolerable concentrations of heavy metals for bacterial strains, isolated from different biotopes of marine Antarctica. Sensitivity of bacterial strains was studied during their cultivation on the medium for lipolytic activity determination (for *Pseudomonas* sp. 3B-In-57 bacteria) and on the starch-ammonia medium (for *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54, *Pedobacter* sp. 2U-K-37, *Pseudarthrobacter* sp.

2B-K-54 and *Flavobacterium* sp 2B-in-99 bacteria) with different $MnCl_2 \cdot 4H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, K_2Cr_2O7 and $CdCl_2 \cdot 2{,}5H_2O$ concentrations.

It was determined that biomass of *Pseudomonas* sp. 3B-In-57, *Pedobacter* sp. 2U-K-37 and *Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78 decreased for 20 %, compared to control, under the influence of 1 mM $MnCl_2 \cdot 4H_2O$. *Pseudarthrobacter* 2B-K-54 were more resistant to manganese chloride tetrahydrate, the maximal tolerable concentration was determined as 200 mM. It may be explained by the fact that the representatives of *Pseudarthrobacter* genus are capable of sequestrating heavy metals and to use efflux mechanism (Caracciolo, 2021).

Pseudomonas sp. 3B-In-57 and *Flavobacterium* 2B-in-99 bacteria were the most sensitive to $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. The highest MIC of iron (II) sulfate heptahydrate was for *Pedobacter* 2U-K-37 was the most resistant. *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54 and *Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78 bacteria were growing with 50 mM $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ in the medium. *Pseudarthrobacter* and *Paenarthrobacter* bacteria are capable of producing the iron-chelate compounds, and pseudomonads produce pyoverdine – fluorescent siderophore, which increase the level of iron compounds solubility (Kahraman, 2020).

$CuCl_2 \cdot 2H_2O$ at concentration 0.5 mM decreased the growth of *Pseudomonas* sp. 3B-In-57, *Pedobacter* sp. 2U-K-37 and *Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78. The highest tolerable concentration of the salt for *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54 was 12.5 mM. Genes and operons, responsible for the resitance to copper ions, are identified in *Pseudarthrobacter* genus representatives. Other effective mechanisms of resistance to heavy metal compounds, identified in other species of these bacterial genera, is the synthesis of exopolysaccharides and metallothioneins – compounds, capable of bounding heavy metal ions (Mohite, 2017; Chatterjee, 2020).

All bacterial strains, isolated from different biotopes of marine Antarctica, were growing with 20 mM potassium dichromate.

Pseudarthrobacter sp. 2B-K-54 biomass decreased under the influence of 1.5 mM $CdCl_2$. The highest tolerable concentration of $CdCl_2$ was 1.5 mM for *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54, 0.5 mM − for *Pseudomonas* sp. 3B-In-57, *Pedobacter* sp. 2U-K-37, *Paenarthrobacter* sp. 2B-in-78 and 0.001 mM − for *Flavobacterium* sp. 2B-in-99.

It was established that the highest tolerable concentrations of the studied heavy metals are the highest for *Pseudarthrobacter* sp. 2B-K-54. The majority of studied bacterial strains were sensitive to 0.5 mM $CdCl_2$. Different values of the maximal tolerable heavy metal concentrations, determined for the studied starins, may be explained by different biotopes of their isolation, their belonging to different genera (different resistance machanisms are described for them), and individual peculiarities of each strain.

Yarmoliuk I., Komplikevych S., Maslovska O., Hnatush S.

NON-ENZYMATIC ADAPTATIONS OF *PAENIBACILLUS TUNDRAE* BACTERIA UNDER THE INFLUENCE OF COPPER (II) CHLORIDE

Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevskyi Str., 4, 79005 Lviv, Ukraine
e-mail: iraarmoluk34@gmail.com

Metals are important in the metabolic processes of microorganisms, but at high concentrations they are toxic. Regions rich in heavy metals are widespread on our planet. This is a result of natural processes and anthropogenic activities. To reduce the toxic effects of heavy metals, microbial cells have effective resistance mechanisms: efflux of toxic ions from bacterial cells, enzymatic transformations of metals, and incorporation of heavy metals into complexes by metal-binding proteins, which makes them less toxic to the cell. Exopolysaccharides and extracellular proteins play a protective role as they form a layer that surrounds the cell and provides protection, and are also involved in the aggregation and formation of biofilms. Exopolysaccharides can bind

metals and toxic substances. To counteract oxidative stress and repair further damage, bacteria use various defense mechanisms, including the formation of low molecular weight thiols. Thiols play an important role in maintaining the redox potential of the cytoplasm.

The goal of the research was to analyze the content of exopolymeric substances and thiols synthesized by *Paenibacillus tundrae* IMV B-7915 under the influence of copper (II) chloride.

The bacteria were incubated for 1 hour in Tris-HCl buffer (pH 7.5) that contained $CuCl_2$ at concentrations of 2-8 mM. After incubation, the bacteria were washed and transferred to trypticsoy broth medium and cultured for 72 hours. The protein concentration was determined by the Bradford method. For the isolation of exopolysaccharides, ethylenediaminetetraacetic acid (2%) was added to the bacterial cell suspension and incubated at 4 °C for 3 hours. After that, the mixture was centrifuged at 8300 g for 20 min at 4 °C. The content of exopolysaccharides in supernatant was determined by reaction with anthron. The total thiol content in the cell-free bacterial extract was detected by reaction with 5,5’-dithiobis(2-nitrobenzoic) acid.

The accumulation of copper in *P. tundrae* IMV B-7915 cells caused a decrease in the specific growth rate during 24 hours of bacterial growth. The specific growth rate decreased with increasing of copper content in the cells. During 48-72 hours of cultivation the specific growth rate of bacterial cells incubated in buffer with copper (II) chloride didn’t differ from the control. Bacteria *P. tundrae* IMV B-7915 under the influence of 8 mM $CuCl_2$ synthesised 26.38 % more exopolysaccharides compared to the control. At the influence of 7 mM $CuCl_2$ the content of exopolysaccharides was higher by 11.96 % compared to the control. At other concentrations, no changes in exopolysaccharide content were detected. The content of extracellular proteins did not differ from the control under the influence of 2-8 mM copper (II) chloride.

The total thiol content in *P. tundrae* IMV B-7915 cells increased significantly during 1 hour of bacterial growth. It was slightly lower compared to the control or didn’t differ during next hours of cultivation.

МОЛЕКУЛЯРНА ТА КЛІТИННА БІОЛОГІЯ
MOLECULAR AND CELL BIOLOGY

Аракелян К.[1], **Губеня О.**[2]

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ МЕЗЕНХІМАЛЬНИХ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН ДО АНГІОГЕНЕЗУ *IN VITRO* ПІСЛЯ ЗБЕРІГАННІ У СКЛАДІ АЛЬГІНАТНИХ МІКРОСФЕР

[1] Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022, Україна
[2] Інститут проблем кріобіології та кріомедицини НАН України
вул. Переяславська 23, м. Харків, 61016, Україна
e-mail: arakelyankamilla@gmail.com

Arakelian K., **Hubenia O.** STUDY OF ENDOTHELIAL CELLS ANGIOGENESIS POSSIBILITY AFTER ENCAPSULATION INTO ALGINATE MICROBEADS. Efficient preservation technologies required for endothelial cells is used in medicine and laboratory practice. Cell preservation at hypothermia may be more safe and beneficial for short-term storage. Herein, we have shown that Human Umbilical Vein Endothelial Cells (HUVEC) encapsulation into alginate resulted in maintaining viability and angiogenesis possibility after encapsulation.

Попередні наші дослідження виявили, що інкапсуляція стовбурових клітин з кісткового мозку та шкіри людини в альгінатні мікросфери призводить до зворотної зупинки клітинного циклу, зниження метаболічної активності та виробництва активних

форм кисню, підвищення стійкості до окислювального стресу. Зміни метаболічного стану інкапсульованих клітин сприяли більш тривалому збереженню життєздатності при зберіганні клітин за гіпотермічних умов. Проте відкритим є питання, чи зберігають клітини, зокрема ендотеліальні, свій ангіогенний потенціал після їх введення в культуру з гіпотермічного зберігання, вивільнення з альгінатних мікросфер (АМС).

Експерименти проводили на ендотеліальних клітинах пупкової вени людини (HUVEC, Thermo Scientific, A1460901). Клітини культивували при 37°C, 5% CO_2 і 95% вологості в середовищі, що складалося з Medium 200 (Gibco, ready for use grade), 50 мкг/мл пеніциліну, 50 мкг/мл стрептоміцину. Інкапсуляцію проводили шляхом електророзпилення. Інкапсульовані HUVEC у АМС зберігали в 35 мм чашках (Eppendorf) за температури 22 °C в середовищі культивування протягом 3 діб. Кожну добу брали зразок мікросфер для аналізу життєздатності клітин методом подвійного фарбування флуоресцеїну діацетатом / бромідом етидію. Через 3 доби зберігання в інкапсульованому стані, клітини вивільняли з мікросфер, відмивали від залишків альгінатної оболонки та ресуспендували в середовищі, що складалося з Medium 200 (Gibco) та розчину-індуктору ангіогенного диференціювання LVES (Gibco) у складі набору «Gibco Angiogenesis Starter Kit» (Thermo Scientific, A1460901). На основі суспензії клітин та матриксу Geltrex (Thermo Scientific) була сформована тривимірна культура клітин, індукованих в ангіогенному напрямку. Здатність клітин до ангіогенезу оцінювали протягом 72 години кожні 24 години за інтенсивністю проліферації клітин, морфологією клітин та здатністю утворювати прокапілярні структури з використанням наборів «Angiogenesis Assay Kit In Vitro» (Abcam, ab204726) та «Cell Proliferation Staining Reagent - Deep Red Fluorescence – Cytopainter» (Abcam, ab176736). Візуалізацію клітин, їх автоматичний підрахунок та морфометрію проводили з використанням лазерної скануючої мікроскопії (Olympus FV10i-LIV) та програмного забезпечення CellSense.

Виявлено, що після інкапсуляції та зберігання в гіпотермічних умовах протягом 3 діб, ендотеліальні клітини зберігають здатність диференціювання в ангіогенному напрямку – клітини активно проліферують та утворюють розгалужені прокапілярні структури.

Висловлюємо подяку к.б.н. Н. А. Труфановій (Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України) за допомогу при інкапсуляції клітин; к.б.н. Ю. Г. Коту (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна) за допомогу та консультації при проведенні дослідження.

Козир Ю.[1], Губеня О.[2], Арістова Д.[3]

ВПЛИВ НОВИХ ПЕНТАМЕТИНОВИХ ЦІАНІНОВИХ ФЛУОРЕСЦЕНТНИХ БАРВНИКІВ НА СТУПІНЬ УШКОДЖЕННЯ ЯДЕРНОЇ ДНК МЕЗЕНХІМАЛЬНИХ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН ЛЮДИНИ *IN VITRO*

[1] Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022, Україна
[2] Інститут молекулярної біології і генетики НАН України
вул. Академіка Заболотного 150, м.Київ, 03143, Україна
[3] Інститут проблем кріобіології та кріомедицини НАН України
вул. Переяславська 23, м. Харків, 61016, Україна
e-mail: juli.akozyr777@gmail.com

Kozyr Yu., Hubenia O. Aristova D. THE EFFECT OF NEW PENTAMETHINE CYANINE DYES ON LEVEL OF hMSC NUCLEAR DNA DAMAGE *IN VITRO*. We have studied the series of pentamethine cyanine dyes derived from benzothiazole heterocycles with different substituents emitted on near-infrared region. Incubation of human skin-derived mesenchymal stem cells with cyanine dyes 1871SI and 1749SI (1μM) leads to an increase in the induction of apoptosis in cells, increase in level of apoptosis-induced nuclear DNA fragmentation.

На мезенхімальних стовбурових клітинах шкіри людини in *vitro* дослідили цитотоксичність нових пентаметинових ціанінових флуоресцентних барвників 1753SI, 1756SI, 1872SI, 1749SI, 1871SI та 1759SI, синтезованих Інститутом органічної хімії НАН України. Клітини для дослідження отримані з кріобанку Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України (м. Харків). Дослідження проводили на моношарі клітин 3 пасажу з життєздатністю 85-87%. Розчин барвників у DMSO додавали у поживне середовище до концентраціїї 1μM. Концентрацію вільних форм кисню в культурі клітин визначали з використанням набору «Abcam Cellular Reactive Oxygen Species Detection Assay Kit ab186028). Визначення ступеня ушкодження плазматичної мембрани клітин та детекцію апоптозу в клітинах проводили з викорстанням набору «Abcam Annexin V-Cy3 Apoptosis Staining / Detection Kit with SYTOX ab14144». Визначення ступеня ушкодження ядерної ДНК проводили з викорстанням набору «TUNEL Assay Kit-BrdU-Red ab66110». Концентрацію одноланцюгової ДНК в позаклітинному просторі визначали на за допомогою набору «Qubit ssDNA Assay Kit Q10212». Флуоресцентну візуалізацію та виміри інтенсивності флуоресценції проводили на мультимодальному мікропланшетному рідері FL-600 (Bio-Tek) та конфокальному мікроскопі FV10iLIV (Olympus) з використанням програмного забезпечення KC4 та CellSense.

Інкубація мезенхімальних стовбурових клітин шкіри людини з ціаніновими барвниками 1753SI, 1756SI, 1872SI та 1759SI в робочій концентрації 1μM не ушкоджує їх плазматичну мембрану та не призводить до прояву їх цитотоксичних властивостей. Разом з тим, інкубація клітин з ціаніновими барвниками 1871SI (1μM) та 1749SI (1μM) призводить до збільшення проникності плазматичної мембрани клітин, збільшення вмісту вільних форм кисню в клітинах, експресії фосфатидилсеріну на зовнішній ліпідний шар плазматичної мембрани, індукції апоптозу в клітинах, збільшенню кількості одноланцюгових розривів ДНК, а також збільшенню концентрації одноланцюгової ДНК в позаклітинному середовищі. Флуоресценція в ближньому інфрачервоному діапазоні та виявлена відсутність цитотоксичної активності пентаметинових ціанінових флуоресцентних барвників 1753SI, 1756SI, 1872SI та 1759SI роблять ці сполуки придатними до подальших досліджень у якості флуоресцентних зондів для візуалізації клітин *in vitro* та *in vivo*. Разом з тим, комбінація флуоресцентних властивостей та цитотоксичних властивостей барвників 1871SI та 1749SI роблять їх кандидатами для подальших тераностичних досліджень в онкології.

Висловлюємо подяку к.х.н. Ю. Л. Сломінському (Інститут органічної хімії НАН України) та д.х.н. С. М. Ярмолюку (Інститут молекулярної біології і генетики НАН України) за надані барвники для дослідження; к.б.н. Ю. Г. Коту (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна) за допомогу та консультації при проведенні дослідження.

Висловлюємо подяку к.б.н. Н. А. Труфановій (Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України) за роботу з інкапсуляції клітин; к.б.н. Ю. Г. Коту (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна) за допомогу та консультації при проведенні дослідження.

Мадяр Б., Юрченко Н., Бучинська Л.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПРЕСІЇ БІЛКІВ ATR І CHK1 У КЛІТИНАХ КАРЦИНОМИ ЕНДОМЕТРІЮ

Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології імені Р. Є. Кавецького НАН України
вул. Васильківська, 45, Київ, 03022, Україна
e-mail: mdana0035@gmail.com

Madiar B., Iurchenko N., Buchynska L. FEATURES OF THE EXPRESSION OF ATR AND CHK1 PROTEINS IN ENDOMETRIAL CARCINOMA CELLS. ATR and CHK1 are im-

portant kinases required to delay or stop cell cycle progression in case of the presence of single-strand DNA damage and thus protect DNA. However, in cancer ATR and CHK1 can contribute to metastasis formation. This way, ATR and CHK1 are worse to be considered as potential biomarkers of metastasis formation in patients with endometrioid carcinoma of endometrium.

Серин/треонінові кінази ATR і CHK1 відіграють вагому роль у регуляції клітинного циклу та збереженні цілісності ДНК. Численні дослідження вказують на неоднозначну роль ATR і CHK1 у розвитку багатьох форм злоякісних пухлин. Зокрема, є дані, що ATR і CHK1 сприяють утворенню метастаз у онкохворих. Утім, кількість досліджень, направлених на функцію ATR і CHK1 у розвитку ендометріоїдної карциноми ендометрію (ЕКЕ), недостатня. Метою цієї роботи є оцінка експресії біомолекулярних маркерів ATR та CHK1 у прогресуванні ЕКЕ хворих з I стадією пухлинного процесу.

Зразки післяопераційного матеріалу 54 пацієнтів з ЕКЕ. В роботі використовували морфологічний, імуногістохімічний методи. Для оцінки результатів здійснювався підрахунок кількості позитивно забарвлених клітин визначених у відсотках, з подальшою статистичною обробкою даних.

Ретроспективним аналізом історій хвороб виявлено хворих на ЕКЕ, у яких упродовж 0,5-3,0 років виникли метастази у регіонарних лімфатичних вузлах. В результаті аналізу клініко-патологічних особливостей ЕКЕ встановлено, що у 79,4% ЕКЕ хворих без метастатичного ураження переважали G1-G2-пухлини і у 70,6% випадків визначалась не глибока інвазія у міометрій. ЕКЕ пацієнтів з метастазами в 55,0% були низького ступеня диференціювання, що глибоко інвазували міометрій. Встановлено, що кількість пухлинних клітин з експресією ATR і CHK1 була вірогідно більшою у ЕКЕ хворих з метастазами порівняно з карциномами ендометрію хворих без метастазів (відповідно 20,9±2,8% і 27,0±4,0% та 10,7±3,1 і 18,1±2,8).

Вперше у ЕКЕ пацієнтів з I стадією захворювання встановлена висока експресія молекулярних маркерів ATR і CHK1 що корелює з виникненням метастаз. Отримані результати можуть бути використані для виявлення пацієнтів з високим ризиком розвитку метастатичного ураження.

Моісєєва Н., Горіна О., Ахатова Ю., Мирний В.

ДІЯ СИНТЕТИЧНОГО ЛЕЙ-ЕНКЕФАЛІНУ НА ПРОЛІФЕРАЦІЮ ФІБРОБЛАСТІВ L929 ЗА ВПЛИВУ НАЛОКСОНУ В УМОВАХ ХОЛОДОВОГО СТРЕСУ

Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України
вул. Переяславська, 23, м. Харків, 61016, Україна
e-mail: ukrainanataliy@gmail.com

Moisieieva N., Gorina O., Akhatova Yu., Myrniy V. EFFECT OF SYNTHETIC LEU-ENKEPHALIN ON PROLIFERATION OF L929 FIBROBLASTS IN THE PRESENCE OF NALOXONE DURING COLD STRESS. Cold stress decreased the proliferation and metabolic activity of L929 fibroblasts. Pre-incubation with 100 µg/L of dalargin significantly increased cell proliferation, migration, and metabolic activity. Simultaneous incubation of cells with dalargin and naloxone prior to cold stress significantly decreased the stimulating effect of leu-enkephalin.

Для підвищення адаптаційних здібностей організму після холодового стресу, а також для ефективного запобігання функціональних і метаболічних порушень клітин, які зазнали впливу холоду, доцільним є вивчення впливу синтетичних нейропептидів опіатної дії – аналогів регуляторів метаболізму у гетеротермів, що забезпечують еволюційно сформовані реакції захисту організму на фактори охолодження та активацію адаптивних реакцій і компенсаторних можливостей клітин в експериментах *in vitro*. Одним із представників таких сполук є синтетичний лей-енкефалін H-Tyr-D-Ala-Gly-L-Phe-Leu-Arg-OH (даларгін),

зі широким спектром протекторної дії щодо різних тканин організму. Однак питання щодо реалізації захисної дії аналогу лей-енкефаліну саме через опіоїдні рецептори залишається відкритим. Метою роботи було дослідження механізму захисної дії даларгіну на міграторну і проліферативну функцію клітин сполучної тканини в умовах холодового стресу за впливу антагоніста опіоїдних рецепторів.

Дослідження проводили на клітинах лінії L929. Після утворення клітинами моношару до середовища додавали даларгін у концентрації 100 мкг/л, далі відтворювали умови холодового стресу: планшети переносили на льодову баню і витримували при 0–2°C протягом 20 хвилин, далі культуру повертали в умови нормотермії (5% CO_2, 37°C). Температуру зразків контролювали за допомогою OMRON E5CSV з програмним забезпеченням TCViews. Для вивчення механізму дії нейропептиду використовували антагоніст опіоїдних рецепторів налоксон (100 мкг/л), який додавали в середовище одночасно з даларгіном до моделювання холодового стресу. Дію даларгіну та налоксону оцінювали за показниками проліферативної (коефіцієнт проліферації), міграторної (за показниками площі пошкодження на моделі «подряпина» через 24 та 48 годин культивування) та метаболічної (МТТ-тест) активності клітин.

На моделі ранова поверхня було встановлено, що коефіцієнт проліферації (КП) і міграторна активність клітин в умовах холодового стресу вірогідно ($p<0,05$) зменшувалась порівняно з нативними клітинами. Додавання до культурального середовища даларгіну сприяло збільшенню КП у 2,85 рази і вірогідному ($p<0,05$) зменшенню площі ушкодження моношару. Так, через 24 і 48 години культивування площа ранової поверхні у 3,21 і 2 рази зменшувалась, порівнюючи зі значеннями після холодового стресу, що ймовірно є наслідком більш активних міграторних процесів клітин під захистом даларгіну. Дослідження метаболічної активності клітин показали, що дія холоду призводить до зменшення кількості відновленого формазану у фібробластах на 54,8%, порівнюючи з показником нативних клітин. Додавання даларгіну сприяло підвищенню показника на 26,3% порівняно зі зразками після холодового стресу. Одночасне культивування клітин з даларгіном і налоксоном достовірно знижувало стимулювальну дію останнього на функціональну активність фібробластів, що може свідчити про часткове блокування опіоїдних рецепторів на поверхні клітин і залучення інших шляхів захисту. Наведені результати можуть бути використані при удосконаленні рецептури розчинів для перфузії і зберіганні органів і клітин в умовах гіпотермії шляхом введення до їхнього складу синтетичних аналогів природних нейропептидів.

Чабаненко О.О., Губеня Є.Р., Єршова Н.А., Шпакова Н.М.

ПОРІВНЯЛЬНЕ ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АМФІФІЛЬНИХ СПОЛУК У МОДЕЛЬНИХ ЕКСПЕРИМЕНТАХ

Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України
вул. Переяславська, 23, м. Харків, 61016, Україна
e-mail: chabanenkoolena@gmail.com

Chabanenko O.O., Hubenia Ye.R., Yershova N.A., Shpakova N.M. COMPARATIVE STUDY OF AMPHIPHILIC COMPOUNDS EFFICIENCY IN MODEL EXPERIMENTS. It was revealed that under hypertonic cryohemolysis of human erythrocytes the values of the effective concentrations of C12 and C10 were significantly lower compared to the values obtained under the posthypertonic shock conditions. Based on the results that for realized protective effect of amphiphilic compounds under posthypertonic shock conditions are required a larger amount of substance could be assume the different character of hemolytic pores formation under the impact of factors acting at the different stages of erythrocytes cryopreservation.

Наразі для забезпечення шпиталів компонентами крові задля порятунку поранених

і травмованих захисників України вирішальне значення має створення певних запасів кріоконсервованих клітин донорської крові у кріобанку. Для дослідження впливу на клітини факторів пошкодження, що діють на етапі заморожування, застосовують гіпертонічний кріогемоліз (ГК), а тих факторів, дія яких реалізується на етапі відігріву, – постгіпертонічний шок (ПГШ). В основі пошкодження клітин при дії температурно-осмотичного стресу лежать процеси, пов'язані з формуванням трансмембранної пори, тому доцільно використовувати мембранотропні речовини.

Мета роботи – вивчити розвиток гемолізу еритроцитів людини за умов гіпертонічного кріогемолізу та постгіпертонічного шоку за 37 і 0°С за впливу децил- (С10) і додецилсульфату натрію (С12).

Гіпертонічний кріогемоліз здійснювали перенесенням еритроцитів із 37 в 0°С за умов інкубації в розчині 1,2 моль/л NaCl, тоді як постгіпертонічний шок – перенесенням еритроцитів із середовища дегідратації (1,65 моль/л NaCl) в середовище регідратації (0,15 моль/л NaCl) за 37 і 0°С. Рівень гемолізу еритроцитів визначали спектрофотометрично (λ=543 нм).

Застосування С10 та С12 призводить до зниження рівня гіпертонічного кріогемолізу еритроцитів, причому антигемолітична (АГ) активність С10 у 4 рази вища ніж для С12. За умов ПГШ еритроцитів ефективність амфіфільних сполук спостерігається лише за 0°С. Порівняльний аналіз ефективності аніонних амфіфільних сполук (С10 і С12) показав вищу АГ активність С10 (74%) порівняно з С12 (30%) за умов ПГШ еритроцитів та перевищення значень АГ активності С10 (46%) порівняно з аналогічними показниками для С12 (12%) за умов ГК (37 → 0°С). Для обох видів шоку ефективні концентрації С10 вищі, ніж для С12. За умов ГК еритроцитів ефективна концентрація для С10 становила 105 мкмоль/л, тоді як для С12 – 2,5 мкмоль/л. У разі проведення ПГШ еритроцитів було виявлено, що ефективна концентрація для С10 складає 400 мкмоль/л, тоді як при застосуванні С12 – 50 мкмоль/л. Встановлено, що за умов ГК еритроцитів людини значення ефективних концентрацій амфіфільних сполук були значно нижчі порівняно з величинами, отриманими за умов ПГШ. Спираючись на результати досліджень, що для реалізації захисного ефекту амфіфільних сполук за умов ПГШ еритроцитів потрібна більша кількість речовини, можна припустити ймовірність різного характеру формування гемолітичних пор за умов дії факторів, які діють на різних етапах кріоконсервування еритроцитів. Оскільки антигемолітична активність аніонних амфіфільних сполук за умов ПГШ еритроцитів була виявлена тільки при низькій температурі, то можна зробити припущення, що механізм захисної дії амфіфільних сполук за умов ГК пов'язаний із пертурбацією еритроцитарної мембрани, в той час як при ПГШ – з її стабілізацією.

Шумілін А.[1], **Губеня О.**[2]

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ МЕЗЕНХІМАЛЬНИХ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН ДО ОСТЕОГЕНЕЗУ *IN VITRO* ПІСЛЯ ЗБЕРІГАННІ У СКЛАДІ АЛЬГІНАТНИХ МІКРОСФЕР

[1] *Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*
майдан Свободи 4, м. Харків, 61022, Україна
[2] *Інститут проблем кріобіології та кріомедицини НАН України*
вул. Переяславська 23, м. Харків, 61016, Україна
e-mail: greghtyjghghg@gmail.com

Shumilin A., **Hubenia O.** STUDY OF MESENCHYMAL STEM CELLS OSTEOGENESIS POSSIBILITY AFTER ENCAPSULATION INTO ALGINATE MICROBEADS. Efficient preservation technologies are required for mesenchymal stem cells use in medicine and laboratory practice. Cell preservation at hypothermia may be more safe and beneficial for short-term

storage. Herein, we have shown that human bone marrow-derived mesenchymal stem (hBM-MSC) cells encapsulation into alginate resulted in maintained proliferation and osteogenesis possibility after encapsulation.

Попередні наші дослідження показали, що інкапсуляція стовбурових клітин з кісткового мозку та шкіри людини в альгінатні мікросфери призводить до зворотної зупинки клітинного циклу, зниження метаболічної активності та виробництва активних форм кисню, підвищення стійкості до окислювального стресу. Зміни метаболічного стану інкапсульованих клітин сприяли більш тривалому збереженню життєздатності при зберіганні клітин за гіпотермічних умов. Проте відкритим є питання, чи зберігають hBM-MSC свій остеогенний потенціал після їх введення в культуру з гіпотермічного зберігання, вивільнення з альгінатних мікросфер (AMC).

Експерименти проводили на hBM-MSC з кріобанку Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України (м. Харків). Клітини культивували при 37°C, 5% CO2 і 95% вологості в середовищі, що складалося з α-Minimal Essential Medium (Gibco), доповненої 10% фетальної бичачої сироватки, 50 мкг/мл пеніциліну, 50 мкг/мл стрептоміцину та 0,2 мМ/л глютаміну. Інкапсуляцію проводили шляхом електророзпилення. Інкапсульовані клітини у AMC зберігали в 35 мм чашках (Eppendorf) за температури 22 °C в середовищі культивування протягом 3 діб. Через 3 доби зберігання в інкапсульованому стані, клітини вивільняли з мікросфер, відмивали від залишків альгінатної оболонки, ресуспендували в поживному середовищі, висівали та культивували до щільності моношару 80-86%. Остеогенне диференціювання клітин індукували заміною середовища на остеогенне середовище α-MEM (Gibco), що містила 0,1 мкМ дексаметазону (Sigma-Aldrich), 0,05 мМ аскорбінової кислоти (Sigma-Aldrich), 10 мМ гліцерол-2-фосфату (Sigma-Aldrich) та 20% FBS (Gibco). Через 14 діб після індукції диференціювання, здатність клітин до остеогенного диференціювання оцінювали спектрофотометрично за експресією лужної фосфатази з використанням тест-набору «Alkaline Phosphatase Assay Kit» (Abcam, ab83369); спектрофотометрично за накопиченням кальцію у культурі з використанням тест-набору «Osteogenesis Assay Kit» (Merck-Millipore, ECM815); спектрофотометрично за експресією остеопонтину клітинами з використанням тест-набору «Osteopontin ELISA Kit» (Abcam, 205076); імунофлуоресцентно за наявністю остеогенного маркерного білку CD34 з використанням anti-CD34 antibody/Phycoerythrin (Abcam, ab223930) та конфокальної мікроскопії (Olympus FV10i-LIV).

Після інкапсуляції протягом 3 діб, МСК зберігають здатність до проліферації та утворюють щільний моношар з веретеноподібних клітин, здатних до синтезу лужної фосфатази, остеопонтину, поверхневого маркеру CD34 та акумуляції кальцію, що свідчить про здатність клітин до індукованого зміну фенотипу в остеогенному напрямку.

Висловлюємо подяку к.б.н. Н. А. Труфановій (Інститут проблем кріобіології і кріомедицини НАН України) за роботу з інкапсуляції клітин; к.б.н. Ю. Г. Коту (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна) за допомогу та консультації при проведенні дослідження.

Mudra O.[1,2], **Stasyk O. V.**[2], **Stasyk O. G.**[1,2]

EFFECT OF THE DELETION OF *GCR1* GENE ON THE CITRATE INTAKE IN THE CELLS OF METHYLOTROPHIC YEAST *OGATAEA POLYMORPHA*

[1] *Ivan Franko National University of Lviv*
4, Hrushevsky Str., Lviv, 79005, Ukraine
[2] *Institute of Cell Biology of NAS of Ukraine*
14/16, Drahomanov Str., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: mudraolena98@gmail.com

Yeast is a convenient model eukaryotic object for research in the field of cell biology of organelles (peroxisomes, mitochondria, nuclei, etc.), signaling mechanisms for maintaining their

homeostasis, mechanisms of hexose sensing and catabolite regulation. The most well-known example of catabolite regulation induced by a growth substrate such as glucose is "catabolite repression", one of the main mechanisms of transcriptional regulation of gene expression in yeast. It was previously established that the high-affinity glucose sensor/transporter Gcr1 in the methylotrophic yeast *O. polymorpha* is a unique element of the mechanism of glucose catabolite repression. Therefore, the deletion of this gene encoding GCR1 protein should lead to a loss of the ability to transport glucose and, accordingly, to use it as a growth substrate, as a result, it may contribute to the utilization of alternative carbon sources. The aim of our work was to investigate the effect of deletion of gene GCR1 in *O. polymorpha* cells on citrate utilization as a single carbon source and in combination with glucose.

Medium with 1% glucose was used to compare the level of glucose utilization by *WT* and *Δgcr1 O. polymorpha* strains, as a result, it was found that *Δgcr1* strain utilizes this carbon substrate poorly compared to the *WT,* the obtained data indicate that glucose transport is significantly damaged and, accordingly, the metabolism of this substrate is significantly slowed down.

In order to find out the ability to utilize citrate as the only source of carbon, a medium with 200 mM citrate was used, *O. polymorpha Δgcr1* strain is able to utilize exogenous citrate as a source of carbon, in the absence of other sources of carbon. *WT* unable to utilize citrate at all - biomass does not increase. Medium with 1% glucose and 200 mM citrate was used in order to find out the possibility of common use of several carbon sources in the cultivation of the *O. polymorpha* strains was carried out, an analysis of growth kinetics and efficiency of absorption of this carbon sources. In this way, it was found that the diauxic way of utilization of carbon substrates is characteristic for the *O. polymorpha Δgcr1*, strain grown on a medium with a mixture of citrate and glucose as carbon sources.

We found that *gcr1*-mutant strains of *O. polymorpha*, which have impaired glucose catabolite repression, are able to utilize citrate as a carbon source. This ability is not typical for other *O. polymorpha* strains, in particular for the *WT*.

Shevchuk A., Mushii O., Burda T., Zadvornyi T.

COLLAGEN FIBER CHARACTERISTIC AS PROGNOSTIC FACTORS OF PROSTATE CANCER

R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine
e-mail: tito132007@ukr.net

Prostate cancer (PCa) is one of the most common malignant neoplasms among men worldwide. Collagen fiber is one of the most abundant components of the PCa extracellular matrix. The morphology and representation of collagen play a key role in promoting tumor initiation and progression.

The aim was to investigate the collagen fibers parameters in tumor tissue of PCa patients and to analyze the possibility of its use as a marker of the disease course.

We studied 50 tissue samples of patients with PCa, who were treated at the National Cancer Institute (Kyiv, Ukraine) in 2015-2021. Patients were categorized into different groups using the D'Amico risk classification system. All patients were thoroughly informed about the study that was approved by the local ethics committee. Masson's trichrome staining was used for the identification of collagen fibers. A morphometric study of collagen fiber organization was performed using the ImageJ and CurveAlign 4.0 beta programs. Statistical analysis of the results was carried out using the methods of variation statistics using the program GraphPad Prism 8.

The study of the quantitative indices of collagen fibers of the PCa tissue established the average value of the length of 7,50±0,53 μm and width 0,82±0,11 μm. Collagen fiber length was

positively associated with the T category of TNM system ($p<0.05$) and PCa risk of progression by D’Amico ($p<0.05$). Moreover, collagen fiber width was positively associated with the T category of TNM system ($p<0.05$), Gleason score ($p<0.05$), and PCa risk of progression by D’Amico ($p<0.05$).

Thus, the results obtained indicate that collagen fibers parameters can be potentially used as a marker for prognosing the course of the disease.

This work was funded by the research program of the NAS of Ukraine “Study of the reactive microenvironment as a factor in the progression of prostate cancer” (0122U002081).

Sushnova A.[1], Shcherbina V.[1], Malysheva T.[2], Kovalevska L.[1], Kashuba E.[1]

EXPRESSION OF GENES OF THE MRPS18 FAMILY IN MEDULLOBLASTOMAS

[1] R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, NAS of Ukraine
Kyiv 03022, Ukraine
[2] The State Institution Romodanov Neurosurgery Institute of NAMS of Ukraine
Kyiv, 04050, Ukraine
e-mail: annafuror2016@gmail.com

Medulloblastoma (MB) is one of the most frequent forms of brain tumor in children. Despite to be a rare form of tumor, it is a life-threatening condition. Additional complications are that MD samples differ by histopathology and by molecular subtypes. This, in turn, influence on proliferative potential and metastatic capabilities of MB, and determine the aggressiveness of a course of the disease.

Due to differential gene expression patterns, MBs vary in terms of the genetic and clinical features. However, these markers are quite few. That’s why other molecular, preferentially, non-invasive, should be proposed for the personalized treatment.

One of promising markers could be the mitochondrial ribosomal protein MRPS18-2, that is expressed at high levels in several tumors (breast, prostate, liver, endometrium, gliomas, etc. andso in stem cells. MRPS18-2 belongs to a family of three mitochondrial ribosomal proteins MRPS18; their functions are largely unknown.

The aim of the present study was to assess expression patterns of genes of the MRPS18 family in peripheral blood and tumor tissue of MB patients.

The relative gene expression was assessed on mRNA levels in blood and tumor tissue by qPCR; the total RNA was isolated from blood and tumor tissue samples obtained from 10 patients with MB. The data, obtained by qPCR, were calculated, using $2^{-\Delta\Delta Ct}$ method and evaluated with a GraphPad Prism software. Protein levels were assessed in tumor tissue samples by a western-blot analysis and immunohistochemistry.

The obtained data showed differences in expression pattern of the MRPS18 family genes. Thus, relative expression levels of *MRPS18-1* in tissue and blood were quite similar. Relative expression *MRPS18-1* and *-3* in tissue were similar as well. In blood, the relative expression level of the *MRPS18-3* gene was up to 6 folds lower, compared to equal expression levels of *MRPS18-1* and *-2*. Levels of the MRPS18-2 and MRPS18-3 genes at the mRNA levels were elevated (by 7-13 folds) in tumor tissue, compared to the control. Moreover, the MRPS18-2 protein signal was dramatically elevated in medulloblastoma cells, compared with the conditionally healthy brain tissue.

The obtained data on differential patterns of the MRPS18 family genes allow us to consider genes of the MRPS18 family as putative tumor markers. However, more research should be done in the future, and on a larger cohort of patients.

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН, БІОМЕДИЦИНА
HUMAN AND ANIMALS PHYSIOLOGY, BIOMEDICINE

Апецько А., **Коваленко М.**

ВПЛИВ ТРЕНУВАННЯ НА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАН ЮНИХ СПОРТСМЕНІВ

e-mail: abcd35133@gmail.com
університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка
вул. Гетьмана Полуботка, 53, м Чернігів, 14013, Україна
e-mail: annaapetsko@gmail.com

Apetsko A., Kovalenko M. THE INFLUENCE OF TRAINING ON THE PSYCHO-PHYSIOLOGICAL STATE OF YOUNG ATHLETES. The purpose of the research was to study the effect of physical load during the training of students on the indicators of attention, operational and logical thinking, which we determined using the "Fishka" program. The results of our study showed that the differences between the indicators before and after training of young swimmers are unreliable. The biggest difference among the indicators of the "Fishka" program belongs to the thinking coefficient (decrease by 16%), because the physical load during training reduces the student's ability to work impromptu due to the depletion of energy resources of the cortex of the large hemispheres of the brain.

Наразі велика увага приділяється вивченню сенсомоторних реакцій у спортсменів різної кваліфікації та видів спорту (Жиденко, 2013, Вовканич 2015), встановленню зв'язків між функціональним станом та психофізіологічними характеристиками у кваліфікованих спортсменів (Коробейніков, 2018; Сюй Сяньцянь, 2021), але водночас – менше уваги впливу тренувань на психофізіологічний стан юних спортсменів. Відомо, що оцінювання спортсменів за психофізіологічними якостями більш прогнозоване, ніж визначення рівня розвитку фізичних якостей, тому що дані якості генетично більш консервативні і менше змінюються у процесі індивідуального розвитку, ніж фізичні. Кожен вид спорту вимагає від спортсмена розвитку певних психофізіологічних якостей, але увага, а саме її певні характеристики необхідні для всіх без винятку спортсменів. Метою дослідження було вивчити вплив фізичного навантаження у процесі тренування на показники уваги, оперативного та логічного мислення, яке ми визначали за допомогою програми «Фішки» (Сівіцький, 2011). Спочатку, за допомогою програми «MY_TIMER», ми з'ясували ефективність використання комп'ютерних тест-тренажерів для оцінки функціонального стану учнів до та після тренування, а також вибір оптимального навантаження в процесі тренування (Коваленко, 2022). Тестовий матеріал програми «Фішки» включає 9 різних за складністю логічних завдань на перестановку кольорових фішок, якими користувач має можливість визначати наступні показники: фіксування часу окремого ходу; максимальний, мінімальний та середній час ходу; час роботи; стандартне квадратичне відхилення; коефіцієнт мислення. В експерименті брали участь 14 учнів ЗСО м. Славутич, 12-14 років, які займалися у секції плавання. За допомогою Microsoft Excel проводили статистичну обробку даних. Достовірну відмінність між середніми арифметичними величинами визначали за допомогою t-критерію Стьюдента.

Згідно з результатами вивчення впливу рівня спеціалізації в спорті (на прикладі боротьби) встановлено (Жиденко, 2013), що при інтенсивному та тривалому занятті певним видом спорту у людини нівелюються індивідуальні психічні відмінності, які заважають, але одночасно розвиваються ті, що дозволяють досягти високих результатів у вибраному виді спорту. Результати нашого дослідження показали, що відмінності між показниками до та після тренування у юних плавців недостовірні ($p \geq 0,5$). Найбільша різниця серед показників програми «Фішка», належить коефіцієнту мислення (зменшення на 16%). Це

можна пояснити тим, що коефіцієнт мислення характеризує схильність піддослідного до попереднього розв’язання задачі (К1 – до тренування), або до вирішення оперативних завдань у процесі виконання завдання (К2 – після тренування). У нашому випадку К1≥ К2 тому що фізичне навантаження під час тренування знижує можливості роботи учня експромтом через вичерпання енергетичних ресурсів кори великих півкуль головного мозку. Таким чином, фізичне навантаження одного тренування може показати тільки його вплив на психофізіологічний стан юних спортсменів.

Гай М.

РАЦІОНАЛЬНЕ ХАРЧУВАННЯ ШКОЛЯРІВ РІЗНИХ КРАЇН СВІТУ

Волинський національний університет імені Лесі Українки
Вул. Потапова, 9, м. Луцьк, 43000, Україна
e-mail: mariagaj803@gmail.com

Hai M. RATIONAL NUTRITION OF SCHOOL STUDENTS FROM DIFFERENT COUNTRIES OF THE WORLD. Nutrition is important for children’s health and development. In particular, for schoolchildren, proper nutrition is necessary for maintaining concentration, physical activity and successful learning. However, healthy eating is a complex issue, especially with different cultures and traditions influencing food choices. This article will consider research on the issue of rational nutrition of schoolchildren from different countries of the world.

Дослідження, проведені у різних країнах світу, свідчать про те, що харчування школярів відрізняється в залежності від культурних, економічних та соціальних умов. Наприклад, дослідження, проведене у Сполучених Штатах Америки, показало, що діти, які споживають здорову їжу, мають кращі показники здоров’я та підвищену успішність у навчанні. Однак, з іншого боку, у країнах з низьким рівнем доходів, таких як Кенія, Непал та інші, харчування школярів може бути обмеженим та несвідомим.

Згідно з дослідженням, проведеному в Європі, діти, які споживають здорову їжу, мають більш високий рівень енергії та більш підвищений інтелектуальний розвиток порівняно з дітьми, які споживають шкідливу їжу. Крім того, діти, які їдять здорову їжу, мають меншу вірогідність розвитку ожиріння та інших захворювань, пов’язаних з харчуванням.

Одним з основних аспектів раціонального харчування є баланс між поживними речовинами. Наприклад, згідно з дослідженням, проведеним в Канаді, необхідно забезпечити дітям достатню кількість білків, вуглеводів та жирів для забезпечення їх росту та розвитку. Крім того, важливо забезпечити дітям достатню кількість вітамінів та мінералів, які необхідні для зміцнення імунної системи та підтримки здоров’я.

Однак, здорове харчування є складною проблемою в залежності від різноманітних чинників. Наприклад, у країнах Європи та Північної Америки зазвичай звертають увагу на здорове харчування, що містить достатню кількість овочів та фруктів, зменшення споживання жирних та солодких продуктів, та більшу увагу до питань здорового харчування в шкільних програмах. У країнах Азії та Латинської Америки більшість дітей виростає на дієті, що складається з рису та інших зернових культур, а також риби та овочів.

У країнах, де школярі мають доступ до швидкої їжі та напоїв, зменшення споживання цих продуктів може бути важливим кроком для забезпечення раціонального харчування. У країнах, де більшість дітей мають доступ до здорової їжі, звернення уваги на більш різноманітний раціон та зменшення споживання продуктів з високим вмістом цукру та жирів може бути корисним.

Отже, для забезпечення раціонального харчування у школярів необхідно впроваджувати комплексні підходи, що враховують культурні та соціальні особливості кожної групи населення. Наприклад, в школах можна забезпечити доступ до здорової їжі за доступними цінами, проводити навчання здорового харчування та приготування їжі. Також

важливо проводити інформаційну роботу серед батьків та громадськості щодо важливості здорового харчування та методів його забезпечення.

Крім того, важливо звернути увагу на зменшення споживання школярами шкідливих продуктів харчування, таких як солодощі, газовані напої, швидка їжа та інші продукти з високим вмістом цукру та жирів. Для досягнення цього можна проводити інформаційну роботу та популяризацію здорового способу життя серед школярів.

Загалом, здорове харчування є важливим елементом забезпечення здоров'я та розвитку дітей.

Жук Н., Іскра Р.

МОНІТОРИНГ ПОШИРЕНОСТІ ЗАХВОРЮВАНЬ ОРГАНІВ ДИХАННЯ СЕРЕД МОЛОДІ ЗА ПЕРІОД 2017-2022 РР.

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: nina.30zhuk@gmail.com

Zhuk N., Iskra R. MONITORING THE PREVALENCE OF RESPIRATORY DISEASES AMONG YOUNG PEOPLE FOR THE PERIOD 2017-2022. Today, the problem of respiratory diseases is quite important due to the spread of the COVID-19 pandemic. To understand the dynamics of the prevalence of respiratory diseases over the past 6 years, statistical data from the medical institution of the «Student Polyclinic of Lviv» from 2017 to 2022 were analyzed among student youth.

Сьогодні особливо важливим є моніторинг поширеності захворювань дихальної системи серед молоді. Аналіз джерел літератури свідчить, що захворювання дихальної системи є доволі розповсюдженою проблемою по всьому світу. Це може бути пов'язано з різноманітними чинниками, такими як забруднення повітря, інфекційні захворювання, алергії та інше. Різноманітні віруси, бактерії, гриби, потрапляючи в організм, можуть викликати запальні захворювання органів дихання. Забруднене повітря, особливо пил, алергени, аерозолі, вихлопні гази також можуть бути шкідливим для дихальної системи. Це все може сприяти зростанню кількості захворювань і омолодженню хвороб органів дихання.

Проблеми з диханням можуть суттєво погіршити якість життя та вплинути на здатність людини до виконання повсякденних завдань. Важливо розуміти фактори ризику, що впливають на розвиток цих захворювань, а також розробляти ефективні методи профілактики та лікування, щоб допомогти людям зберегти здоров'я легенів і підтримувати їх життєву активність. Метою роботи було провести моніторинг поширеності захворювань дихальної системи серед молодих людей за період 2017 по 2022 рр., а також з'ясувати причини виникнення, механізми розвитку та шляхи профілактики цих захворювань.

У ході проведення досліджень з'ясовано, що за останні шість років кількість молодих людей із захворюваннями органів дихання знаходиться в межах норми, однак спостерігається поступове збільшення. Загалом у 2017 р. хвороби органів дихання становили 25% від кількості усіх захворювань у молодих людей, у 2018 р. – 29%, у 2019 р. – 37%, у 2020 р. – 50%, у 2021 р. – 59% та у 2022 р. – 56%. Окрім того, було виявлено, що з 2017 р. по 2018 р. та у 2020-2022 рр. серед пацієнтів, що мали хвороби органів дихання переважають жінки, у 2019 р. кількість пацієнтів чоловічої статті переважає над жіночою.

З'ясовано, що з роками кількість молодих людей, що захворіли на хвороби органів дихання вперше в житті поступово збільшується. Крім того, в 2017-2018 рр. та в 2020-2021 рр. серед них переважають жінки, у 2019 р. – чоловіки, а у 2022 р. – кількість різностатевих пацієнтів зрівноважується.

Також було проаналізовано динаміку різних форм захворювань органів дихання серед молодих людей за ці роки. Зокрема, переважаючими захворюваннями були гострий фарингіт та гострий тонзиліт, гострий ларингіт та трахеїт, пневмонії, алергічний риніт, хронічний риніт, хронічні хвороби мигдалин та аденоїдів, ларинготрахеїт, бронхіт хронічний та коронавірусна хвороба.

Таким чином, протягом 2017-2022 рр. виявлено зростання кількості захворювань органів дихання серед молодих людей, причому така динаміка спостерігалася як серед жінок, так і серед чоловіків.

Малачинська Ю., Бичкова С.

ЗВ’ЯЗОК МІЖ ЕМОЦІЙНОЮ РІВНОВАГОЮ ТА РІВНЕМ ПУЛЬСУ В СТУДЕНТІВ ЗА УМОВ ВОЄННОГО СТАНУ

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

Malachynska Y., Bychkova S. THE RELATIONSHIP BETWEEN EMOTIONAL BALANCE AND HEART RATE IN STUDENTS UNDER THE CONDITIONS OF MARITAL STATE. Emotional intelligence consists of a set of emotional abilities such as recognizing emotional states in oneself and others, understanding how emotions affect behavior and the ability to self-regulate emotions. It was established that the average pulse rate of students during the period of air alarm increased compared to the average indicators for the day. It was concluded that students are in a stressful state while studying in war conditions.

Емоційний інтелект складається з набору емоційний здібностей таких як розпізнавання емоційних станів у собі та інших, розуміння як емоції впливають на поведінку та вміння саморегулювати емоції. Війна в Україні чинить вплив на емоційну рівновагу громадян, незалежно від того, чи є вони безпосередніми учасниками бойових дій, чи проживають далеко від лінії вогню. Підвищений рівень серцебиття відображає стан вегетативної нервової системи і може свідчити про рівень стресу в організмі. Наявність портативних смарт-годинників у студентів дозволяє відстежувати рівень частоти пульсу не лише в конкретний момент, але й за різні проміжки часу впродовж доби. Метою роботи було дослідити зв’язок між рівнем емоційного інтелекту та його складових (таких як тривожність, емпатія, самомотивація, саморегуляція та ін.) з частотою пульсу під час стресу. З цією метою збирали дані про середні показники пульсу у студентів у періоди «повітряної тривоги» та проводили анкетування студентів за опитувальником «Global Emotional Intelligence Test».

Встановлено, що середня частота пульсу студентів 2-го курсу 2022-23 р.н. становила 78,12±0,74 уд/хв. (n=50), вранці 72,28±0,91 уд/хв та увечері 78,95±0,99 уд/хв., а на проміжку часу, коли була оголошена «повітряна тривога» середня частота пульсу статистично достовірно підвищувалась до 91,21±2,54 уд/хв ($p \leq 0{,}001$, n=50). Ми виявили, що частота пульсу під час повітряної тривоги позитивно корелює з такими показниками емоційного інтелекту як управління емоціями (висока кореляція, r=0,63), тривожністю (середня кореляція, r=0,51), рівнем емпатії (середня кореляція r=0,40) та стресом (середня кореляція, r =0,37). Крім того, виявлена негативна кореляція між частотою серцебиття під час тривоги і стресом визначеним за опитувальником (середня кореляція, r=-0,55). Важливо відзначити, що понад 50 % опитаних виявляли високу тривожність. Разом з тим високий рівень емоційного інтелекту встановлений лишу у 2% досліджуваних.

Таким чином зроблено висновок, що за умов воєнного стану емоційний рівень студентів порушується, більшість студентів перебуває у стані підвищеної тривожності, що співпадає з даними пульсу та опитувальниками. Отримані дані порушують важливу тему

розуміння своїх емоцій та їхнього впливу на здоров'я, актуальності керування емоційними та тривожними станами і роботи з ними для збереження здоров'я нації.

Пасимків Б., Іккерт О., Король Т.

МОНІТОРИНГ ОКРЕМИХ ПОКАЗНИКІВ ЦИКЛУ СОН-БАДЬОРІСТЬ У СТУДЕНТІВ ГУМАНІТАРНОГО ТА ПРИРОДНИЧОГО ПРОФІЛЮ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ І ЗМІШАНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: pasymkiv2002@gmail.com

Pasymkiv B., Ikkert O., Korol T. MONITORING OF CERTAIN INDICATORS OF THE SLEEP-WAKE CYCLE IN STUDENTS OF THE HUMANITIES AND NATURAL PROFILE IN THE CONDITIONS OF DISTANCE AND MIXED FORM OF EDUCATION**.** Mixed form of education contributes to the increasing of physical activity of students compared to distance education. Indicators of sleep duration did not differ significantly depending on the form of education, however, 12-15% of biologists and 19% of psychologists had lack of sleep.

Дослідження періодів сну та бадьорості проводили на підставі показників фітнес-браслетів та додатків до смартфонів студентів філософського факультету (психологи: 40 осіб віком 17–18 років під час змішаної форми навчання) та студентів біологічного факультету (35 осіб віком 19–20 років під час дистанційної та 50 осіб віком 18–19 років під час змішаної форм навчання).

Сон – це базова фізіологічна потреба людини, поряд із голодом, спрагою тощо. Достатня тривалість сну (дорослі: 7–9 год, підлітки: 8–10 год) та задовільна його якість необхідні людині для підтримання фізичного та психічного здоров'я. Нами встановлено, що тривалість сну студентів-біологів під час дистанційної та змішаної форм навчання, а також студентів-психологів за змішаної форми навчання становила у середньому приблизно 7 годин. Хоча середні значення досліджуваного показника перебували у межах норми, проте тривалість сну 12-15% студентів біологічного та 19% студентів філософського факультетів становила лише 6 год. Важливою проблемою виявилася наявність дефіциту сну у 28,2% студентів-біологів та 33,3% студентів-психологів. Очевидним є порушення якості сну. Час, проведений у ліжку, але без сну, становив 43 хв у студентів-біологів та 54 хв у студентів-психологів (у нормі: 10-20 хв).

Фізична активність студентів, яку оцінювали за щоденно пройденою відстанню у кілометрах, була вищою за змішаної форми навчання на 1,0 км ($P \leq 0{,}05$) та 1,5 км ($P \leq 0{,}01$) відповідно у студентів-біологів та студентів-психологів щодо відстані, яку студенти-біологи проходили під час дистанційного навчання.

За допомогою сучасних фітнес-браслетів та додатків до смартфонів оцінили показники асиметрії ходи, часу двоопорної фази ходи та швидкості ходи. У нормі показник асиметрії ходи перебуває у межах від 0 до 4%. Якщо у людини відсутні травми, захворювання ЦНС тощо, то збільшення асиметрії ходи понад 4% пов'язують із порушеннями постави, що є особливо актуальним у наш час поширеної гіподинамії, тривалого та неправильного перебуванням за комп'ютером / з телефоном у положенні сидячи. Усереднені показники асиметрії ходи студентів-біологів та студентів-психологів становили відповідно 2,0 та 2,1%, проте аналіз індивідуальних показників засвідчив, що серед психологів 10% студентів мали виразну асиметрію ходи.

Час двоопорної фази ходи – це проміжок часу, коли людина торкається поверхні двома ногами, розрахований у % від загального часу ходи. Цей показник залежить від швидкості пересування людини, а його збільшення понад 40% вказує на порушення опорно-рухового апарату. У групах біологів та психологів він становив 26 та 28% відповідно. При цьому

швидкість ходи студентів-біологів становила 4,69±0,28 км/год, а студентів-психологів – 5,02±0,18 км/год, що відповідає нормальним показникам дорослої людини (чоловіки: 4-6 км/год; жінки: 3,0-5,5 км/год).

Отже, змішана форма навчання є більш фізіологічно обґрунтованою для збереження здоров’я студентів, однак з необхідністю корекції процесів сну.

Передерій Д.

ВПЛИВ ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ НА АНТИОКСИДАНТНУ СИСТЕМУ КУРЕЙ У ГОМОГЕНАТАХ ПЕЧІНКИ

Інститут біології тварин НААН
вул. В.Стуса 38, м. Львів, 79034, Україна
e-mail: peredina0310@gmail.com

Perederiy D. INFLUENCE OF HEAT STRESS ON THE ANTIOXIDANT SYSTEM OF CHICKEN IN LIVER HOMOGENATS. Heat stress is one of the inevitable challenges of poultry due to the global increase in environmental temperature. The thermal injury is commenced when the ambient environmental temperature goes beyond the thermo-neutral zone (16–25 °C). Heat stress negatively influence growth and production of animals, as well as induce metabolic alterations and oxidative stress [Abd El-Hack et al. 2020].

Тепловий стрес є однією з проблем птахівництва, через глобальне підвищення температури навколишнього середовища. Термічне ураження починається, коли температура навколишнього середовища виходить за межі термонейтральної зони (16–25 °C). Тепловий стрес негативно впливає на ріст і продуктивність тварин, а також викликає метаболічні зміни та оксидативний стрес [Abd El-Hack et al. 2020].

Для захисту від оксидативного стресу в організмі тварин існує антиоксидантна система захисту (АОСЗ), яка контролює та гальмує всі етапи реакцій утворення вільних радикалів, починаючи від їх ініціації та закінчуючи утворенням гідроперекисів ліпідів (ГПЛ) та малонового диальдегіду (МДА). ГПЛ чинять дію на клітинні макромолекули, а також є важливими регуляторами клітинних процесів. МДА утворюється в організмі при деградації поліненасичених жирів активними формами кисню та служить маркером оксидативного стресу. До складу АОСЗ входять ферментативні та неферментативні антиоксданти (АО). Відновлений глутатіон (ВГ) є важливим неферментативним АО у клітинах ссавців. У клітинах печінки можуть відбуватися зміни вмісту ВГ, МДА та ГПЛ, залежно від тривалості стресу та рівня температури.

Метою роботи було встановити вміст продуктів перекисного окиснення ліпідів та неферментативного АО у гомогенатах печінки курей при тепловому стресі.

Дослід було проведено в умовах віварію Інституту біології тварин НААН. на 60 курях породи Білий Легорн. Дослід провели у 2 етапи: на першому – птицю утримували за температури повітря 20˚С протягом 1 тижня, а на другому – були створені умови теплового стресу шляхом підвищення температури утримання до 35˚С, протягом тижня. Після кожного етапу відбирали зразки печінки для подальших досліджень.

У результаті було встановлено, що вміст ГПЛ зростає на 25% ($P < 0,01$). Так як ГПЛ є маркером оксидативного стресу, то зростання його вмісту в тканині вказує на те, що нам вдалося викликати ТС у тварин. Вміст МДА – знизився на 15% ($P < 0,05$). Він також є маркером оксидативного стресу і в більшості випадків його кількість за ТС зростає. Сучасні дослідження показують, що його вміст в тканинах може також знижуватись або залишатися без змін, що, скоріш за все, залежить від рівня стресу, якого зазнає тварина. Вміст ВГ – зросла на 53% ($P < 0,01$), що може бути пов’язане з необхідністю детоксикації збільшеної кількості вільних радикалів та прооксидантів. Також ВГ може діяти як кофактор

для антиоксидантних ферментів, що викликає велику потребу клітин в збільшенні його кількості.

Висновок: за дії теплового стресу на організм тварин, відбувається підвищення вмісту ГПЛ в клітинах. У результаті ТС активується ВГ, що вказує на активацію АОСЗ, яка підтримує оптимальний рівень окисно–відновних процесів у клітинах організму тварин.

Пинів М., Іскра Р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФІЗИЧНОГО ТА ПСИХІЧНОГО РОЗВИТКУ ШКОЛЯРІВ ПІДЛІТКОВОГО ВІКУ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: m.pyniv2000@gmail.com

Pyniv M., Iskra R. STUDY OF THE FEATURES OF THE PHYSICAL AND MENTAL DEVELOPMENT OF ADOLESCENT SCHOOL STUDENTS. Peculiarities of the physiological functions of the body of schoolchildren aged 11-15 years were investigated. This period is an important stage in the formation of the system organization of physiological functions, it is marked by rapid development and restructuring of the child's body, primarily physiological maturation. Peculiarities of children's physical development were studied according to somatometric (height, weight) and physiometric indicators (heart rate, blood pressure, Robinson's index, Roufier's test, adaptation potential).

Важливим є дослідження особливостей фізіологічних функцій організму школярів 11-15 років. Оскільки цей період є особливим етапом у формуванні системної організації фізіологічних функцій, характеризується бурхливим розвитком і перебудовою організму дитини, насамперед фізіологічним дозріванням. Тому метою дослідження було вивчити особливості фізичного розвитку дітей за соматометричними (зріст, вага) та фізіометричними показниками (ЧСС, артеріальний тиск, індекс Робінсона, проба Руф'є, адаптаційний потенціал).

У результаті досліджень виявлено, що соматометричні показники обстежених дітей були у межах норми. Частота серцевих скорочень, яка є інтегральним показником діяльності серцево-судинної системи у всіх учнів була в нормі (64-84 уд./хв.).

Для оцінки стану здоров'я дітей-підлітків вимірювали артеріальний тиск крові за методом Короткова (за допомогою медичного тонометра). Було встановлено, що систолічний тиск у дітей віком 15 років у 83 % хлопців відповідав нормі, у 17 % – вище норми, в той час, як у 33% дівчат – в межах норми, у 67 % вище норми. Серед дітей віком 14 років у 93 % хлопців систолічний тиск відповідав нормі, у 7 % – вище норми, а серед дівчат 100% в межах норми. Серед дітей віком 12 і 13 років у всіх дітей цей показник відповідав нормі. Серед дітей віком 11 років у 50 % хлопців тиск відповідав нормі, у 50 % – вище норми, а серед дівчат – 25% в межах норми, 75% – вище норми.

Діастолічний тиск у дітей віком 15 років у 83% відповідав нормі, у 17 % – нижче норми. Серед дітей віком 14 років у 86 % хлопців – відповідав нормі, у 14 % – вище норми, а серед дівчат 100% – в межах норми. Серед дітей віком 13 років у 85 % хлопців – відповідав нормі, у 15 % – нижче норми, серед дівчат 100% – в межах норми. Серед дітей віком 12 років у всіх хлопців відповідав нормі, серед дівчат у 89% – у межах норми, у 11% – вище норми. Серед усіх дітей віком 11 років цей показник відповідав нормі.

За допомогою проби Руф'є оцінювали працездатність серця під час фізичного навантаження. Зокрема проба Руф'є серед учнів віком 15 років у 83 % хлопців відповідала показнику «добре», у 17% – «задовільно», у дівчат – 33% та 67% відповідно. В учнів віком 14 років серед хлопців у 86 % відповідала показнику «добре», у 14% – «задовільно», у дівчат – 75% та 25% відповідно. В учнів віком 13 років серед хлопців у 77 % відповідала показнику «добре», у 23% - «задовільно», у дівчат – 67% та 33% відповідно. В учнів

віком 12 років серед хлопців у 92 % відповідала показнику «добре», у 8% - «задовільно», у дівчат – 78% та 22% відповідно. В усіх учнів віком 11 років проба Руф’є відповідала показнику «добре».

Адаптаційний потенціал, який є інтегральним показником рівня фізичного і психічного розвитку дітей-підлітків, пристосуванні їх до умов і вимог нового середовища та виступає показником життєвої компетентності дітей, був зафіксований як «зрив адаптації». Зокрема, для дітей віком 12 років зафіксовано «зрив адаптації» у 92% хлопців та «незадовільну адаптацію» у 8%, у той час як у всіх дівчат було виявлено «зрив адаптації». У дітей віком 11 років зафіксовано «зрив адаптації» у 33% хлопців та «незадовільну адаптацію» у 67%, а у всіх дівчат виявлено «зрив адаптації».

Отже, такі фізіометричні показники школярів підлітків як частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, індекс Робінсона, проба Руф’є були в межах норми. Відсоткове значення цих показників було встановлено для кожної вікової групи. Адаптаційний потенціал підлітків зафіксовано як «зрив адаптації», що свідчить про те, що організм не пристосовується до умов і вимог нового середовища. Однак дані показники не завжди стабільні та часто можуть змінюватися під впливом різних факторів. Такими факторами можуть бути: генетичні хвороби, наявність шкідливих звичок, неправильний розпорядок дня, стресові ситуації, стан екології.

Рассказова А., Бичкова С.

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КРОВІ СОБАК З ПУХЛИНАМИ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: annarasskazova888@gmail.com

Rasskazova A., Bychkova S. STUDY OF BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE BLOOD OF DOGS WITH MAMMARY GLAND TUMORS. Breast cancer in women shares many similarities with mammary tumors in dogs, making them a convenient model for studying the mechanisms of cancer development, diagnosis and treatment. We found that dogs with mammary tumors had statistically significant increases in blood calcium and alkaline phosphatase and decreased the level of phosphorus. In the biochemical blood analysis, leukocytosis and neutrophilia were observed.

Рак молочної залози є найпоширенішим раком серед жінок і другим серед нововиявлених ракових захворювань у світі за частотою виникнення. Останні генетичні дослідження показують, що пухлини молочної залози у собак демонструють архетипічні особливості раку молочної залози людини, тому дослідження собак з раком молочної залози може дати нові уявлення про особливості діагностики та лікування цієї патології. Рак молочної залози часто характеризується кальцифікацією при мамографії. Механізм кальцифікації при раку молочної залози повністю невідомий, проте у собак також спостерігають гіперкальціємію в крові. Метою цієї роботи було дослідити і проаналізувати біохімічний аналіз крові собак з пухлиною молочної залози.

Нами виявлено, що в усіх досліджуваних тварин вміст кальцію в крові перевищував норму і в середньому становив 5,24±1,03 ммоль/л, вміст фосфору був нижчим за норму у половини тварин і становив у середньому 0,94±0,33 ммоль/л. Виявлено негативну кореляцію між вмістом фосфору та кальцію – чим вищий вміст кальцію, тим нижчою була концентрація кальцію в крові собак з пухлиною грудної залози (r=0,36). Суттєво перевищеними були показники лужної фосфатази у крові усіх тварин і становили 266,01 од/л. Цей показник не корелював з вмістом кальцію в крові, але виявлена слабка кореляція з показниками фосфору (r=0,26). У загальному аналізі крові спостерігали лейкоцитоз у всіх тварин та у переважної більшості нейтрофілію, також підвищеними були показники ШОЕ.

Вміст еозинофілів, базофілів та інших клітин крові не виходив за межі норми. Так само нормальними залишались значення гемоглобіну.

Таким чином зроблено висновок, що у собак з пухлинами молочної залози спостерігаються подібні біохімічні зміни, що й у жінок. Отже, вивчення даної патології у тварин є корисною моделлю для встановлення механізмів розвитку раку молочної залози, методів її діагностики та лікування.

Струш Х., Бичкова С.

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОХІМІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КРОВІ ПАЦІЄНТІВ З КОРОНАВІРУСНОЮ ХВОРОБОЮ

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

Strush Kh., Bychkova S. STUDY OF BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE BLOOD OF PATIENTS WITH CORONAVIRUS DISEASE. Coronavirus disease is an infectious viral respiratory and vascular disease, which had the nature of a pandemic and threatened humanity. It is important to understand at an early stage of diagnosis what consequences it will have for the patient, therefore, the analysis of biochemical indicators provides important information for further management of the patient. We found that in patients with the primary diagnosis of coronavirus disease, a significantly increased level of ESR, D-dimer, C-reactive protein and fibrinogen level and an increased number of rod-shaped neutrophils were found. The level of monocytes and lymphocytes was within normal limits.

Коронавірусна хвороба (COVID-19) є інфекційним вірусним респіраторним і судинним захворюванням, збудником якої є SARS-CoV-2. Оптимальна і добре скоординована імунна реакція здатна усунути вірус, не викликаючи пошкодження тканин, і призводити до легкої форми захворювання. Навпаки, надмірна і нерегульована імунна відповідь може викликати надмірне запалення і пошкодження тканин як на місцевому, так і на системному рівні, викликаючи важкий перебіг хвороби. Важливо на ранній стадії діагностики розуміти, які наслідки вона матиме для пацієнта, тому зміни біохімічних показників дають важливу інформацію для подальшого ведення пацієнта. Метою роботи було проаналізувати біохімічний аналіз крові пацієнтів з коронавірусною хворобою при первинному виявленні хвороби у діагностичній лабораторії.

Нами встановлено, що у пацієнтів при первинному виявленні коронавірусної хвороби встановлено суттєво підвищений рівень ШОЕ, Д-димеру, С-реактивного білка та рівень фібриногену та підвищену кількість паличкоядерних нейтрофілів. Рівень моноцитів та лімфоцитів перебував у межах норми.

Зроблено висновок, що у пацієнтів з COVID-19 важливе діагностичне значення мають такі лабораторні показники як Д-димер, фібриноген та С-реактивний білок, оскільки їхні зміни суттєво перевищували норму.

Федьків М.[1,2], Вовканич Л.[2], Свищ Я.[2]

ОСОБЛИВОСТІ СЕНСОМОТОРНИХ РЕАКЦІЙ У ГРУПАХ ОСІБ З РІЗНИМ СПРЯМУВАННЯМ ТА ІНТЕНСИВНІСТЮ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

[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
maria.fedkiv@lnu.edu.ua

Fedkiv M.,. Vovkanych L., Svyshch Y. FEATURES OF SENSORIMOTORIC REACTIONS IN GROUPS OF PERSONS WITH DIFFERENT DIRECTION AND INTENSITY OF

PHYSICAL EXERCISES The features of a simple visual-motor reaction and a 30-second tapping test have been studied. There were three experimental groups - track and field athletes, trained students, and a control group of untrained students. We found that track and field athletes have a shorter reaction time and higher values of reaction stability. Their functional level of the system, level of functional capabilities and functional lability were higher compared to the level of less trained students.

Аналіз літературних даних вказує на дослідження впливу окремих видів рухової активності на психофізіологічні показники людини (Макаренко, 2011; Ковтун, 2017; Коробейніков, 2013; Тропін, 2018), проте недостатньо досліджені особливості впливу залежно від виду діяльності. Тому метою роботи було вивчення особливостей психофізіологічних показників осіб, що виконують фізичні навантаження різного спрямування, обсягу та тривалості.

Дослідні групи складались з осіб чоловічої статі. До групи ЛА належали 17 бігунів на середні дистанції, що тренувались понад 8 год. на тиждень не менше трьох років. До групи ФТЕс належали 20 студентів ЛДУФК, що регулярно виконували фізичні навантаження до 8 годин на тиждень не менше року. Контрольна група ФТЕ складалась із 40 студентів ЛДУФК, які не виконували фізичних навантажень регулярно. Дослідження виконували з використанням приладу «НС Психотест». Вивчали показники простої зорово-моторної реакції та 30-секундного тепінг-тесту. Дані аналізували з допомогою MS Excel 2010 та Origin 2018. Достовірність різниці між групами оцінювали на основі t-критерію Стьюдента.

Встановлено, що у групі ЛА латентний час рухової реакції (ЛЧРР) становив 196,25±7,65 мс, у групі ФТЕс – 205,82 ± 6,39 мс та 203,39 ± 3,33 у групі ФТЕ ($p > 0,05$). Особливості варіабельності ЛЧРР у різних групах зумовили найнижчі величини (172,41±4,34 мс) та найвищі показники стійкості реакції (СР) у групі ЛА ($p < 0,05$). Високою СР володіли 94% осіб групи ЛА, 75% – ФТЕс та лише 63% – ФТЕ. У групі осіб з низькою СР перебували лише нетреновані особи. Також було визначено показники функціонального рівня системи (ФРС) та рівня функціональних можливостей (РФМ). Встановлено, що у групі ЛА переважають особи з високим рівнем ФРС (65%), а осіб з низьким рівнем ФРС – лише 12%. У групі ФТЕс присутні 55% осіб з високим рівнем ФРС, а у групі ФТЕ – 45%. У групі ФТЕ виявлено 10% осіб з патологічними значеннями ФРС. Показник РФМ у групі ЛА становить 88%, у групах ФТЕс та ФТЕ він нижчий ($p < 0,05$) – 65% та 60% відповідно. Аналіз результатів тепінг-тесту свідчить, що показники середньої частоти ударів та сумарної кількості ударів за період виконання тесту не відрізняються у всіх досліджуваних групах. Винятком є лише перевага представників групи ЛА над групою ФТЕ у початковій частоті ($p = 0,09$). Дані свідчать про наявність тенденції до найвищих значень рівня лабільності ($p = 0,07$) та коефіцієнта сили нервової системи ($p = 0,10$) у групі ЛА.

Результати дослідження вказують кращі показники стійкості сенсомоторних реакцій, функціонального рівня системи, рівня функціональних можливостей та функціональної лабільності у групі тренованих бігунів порівняно з особами що мають нижчі показники рухової активності.

Buyun L.[1], Tkaczenko H.[2], Kurhaluk N.[2], Gyrenko O.[1], Opryshko M.[1], Kovalska L.[1]

BIOMARKERS OF OXIDATIVE STRESS IN THE MUSCLE TISSUE OF RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM) TREATED BY EXTRACTS DERIVED FROM LEAVES OF *COELOGYNE SPECIOSA* LINDL. (ORCHIDACEAE)

[1]M.M. Gryshko National Botanic Garden, National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Poland;
22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland

Coelogyne speciosa Lindl. belongs to the section Speciosae, distributed from mainland Southeast Asia (Thailand), all over Malesia to the islands in the Pacific Ocean (Gravendeel, 2000).

In Java, this orchid is widely known throughout the island, it grows in forests and sometimes in open spaces, both on dry and wet mountain slopes, at an altitude of 750-1800 m. In Sumatra, it is found in almost every province, at an altitude of 600 1400 m. In Borneo, they were met in Kalimantan, but no detailed data on the natural habitat (http://www.orchidarium.pl). In our previous study, we screened the antimicrobial efficacy of the various extracts derived from the leaves and pseudobulbs of *C. speciosa* (Buyun et al., 2016, 2017, 2019). In the current study, we continue to study the antioxidant properties of extracts derived from leaves and pseudobulbs of some plants belonging to the *Coelogyne* genus (Orchidaceae), using different cell models such as the muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Therefore, in the current study, the lipid peroxidation biomarkers (2-thiobarbituric acid reactive substances, TBARS), aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins (OMP), as well as total antioxidant capacity (TAC) in the muscle tissue of rainbow trout after incubation *in vitro* with extracts derived from leaves of *Coelogyne speciosa* Lindl. were used for assessing the antioxidant activity of these extracts. Our current scientific project was undertaken in the frame of the cooperation program between the Institute of Biology and Earth Sciences (Pomeranian University in Słupsk, Poland) and M.M. Gryshko National Botanic Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, directed to assessment of medicinal properties of tropical plants has encompassed some tropical mega-diverse genera, including orchids.

The leaves of *C. speciosa* plants, cultivated under glasshouse conditions, were sampled at M.M. Gryshko National Botanic Garden (NBG), National Academy of Science of Ukraine. The NBG collection of tropical orchids was registered at the Administrative Organ of CITES in Ukraine (Ministry of Environment, registration No. 6939/19/1-10 of 23 June 2004). Freshly sampled leaves of *C. ovalis* were washed, weighed, crushed, and homogenized in 0.1M phosphate buffer (pH 7.4) (in the ratio of 1:19, w/w) at room temperature. The extracts were then filtered and used for analysis. All extracts were stored at -25°C until use.

Clinically healthy rainbow trout with a mean body mass of 80-120 g were used in the experiments. The muscle tissue samples were homogenized in ice-cold buffer (100 mM Tris-HCl, pH 7.2) using a glass homogenizer immersed in an ice water bath. Homogenates were centrifuged at 3,000 g for 15 min at 4°C. After centrifugation, the supernatant was collected and frozen at −25°C until analyzed. All enzymatic assays were carried out at 22 ± 0.5°C. The reactions were started by adding the tissue supernatant. The supernatant of the muscle tissue was used to incubate with extract derived from leaves of *C. ovalis* (in a ratio of 19:1, w/w) at room temperature. The control untreated group (muscle tissue) was incubated with 100 mM Tris-HCl buffer (pH 7.2) (in a ratio of 19:1, w/w). The incubation time was 2 hours. Oxidative stress biomarkers were studied in the incubated homogenate (control group and in the samples with extracts). Detailed information about biochemical assays is presented in our works (Buyun et al., 2019, 2021). The level of lipid peroxidation was determined by quantifying the concentration of TBARS by Kamyshnikov (2004) for determining the malonic dialdehyde (MDA) concentration. The concentration of MDA (nmol/mg of protein) was calculated using 1.56 10^5 mM^{-1} cm^{-1} as the extinction coefficient. The rate of protein oxidative destruction was estimated from the reaction of the resultant carbonyl derivatives of amino acid reaction with 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNFH) as described by Levine et al. (1990) and as modified by Dubinina et al. (1995). DNFH was used for determining carbonyl content in soluble and insoluble proteins. Carbonyl groups were determined spectrophotometrically from the difference in absorbance at 370 nm (aldehydic derivatives, OMP_{370}) and 430 nm (ketonic derivatives, OMP_{430}). The TAC level in the sample was estimated by measuring the 2-thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) level after Tween 80 oxidation. This level was determined spectrophotometrically at 532 nm by Galaktionova and co-workers (1998). The mean ± S.E.M. values were calculated for each group to determine the significance of the intergroup difference. All variables were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov and Lilliefors test ($p > 0.05$). The significance of differences (significance level, $p < 0.05$) was examined using the Mann-Whitney U test. All statistical calculation was

performed on separate data from each individual with STATISTICA 13.3 software (TIBCO Software Inc., Krakow, Poland).

Extract derived from leaves of *C. speciosa* incubated with trout muscles caused a non-significant increase in TBARS level (63.49 ± 8.11 nmol·mg^{-1} protein) compared to control samples (56.33 ± 6.41 nmol·mg^{-1} protein) (by 12.7%, $p > 0.05$). Interestingly, the increase of the lipid peroxidation biomarker resulted in statistically significant TAC enhancement by 72.8% ($p < 0.05$) compared to control samples (38.24 ± 6.38 % *vs*. 22.13 ± 3.12 %). On the other hand, extract caused a statistically non-significant reduction of ketonic derivatives of oxidatively modified proteins (12.83 ± 1.09 nmol·mg^{-1} protein *vs*. 14.16 ± 1.02 nmol·mg^{-1} protein) (by 9.4%, $p > 0.05$). Aldehydic derivatives of oxidatively modified proteins were non-significantly changed (10.97 ± 0.26 nmol·mg^{-1} protein *vs*. 10.54 ± 0.42 nmol·mg^{-1} protein). In the current work, the antioxidant activities of the *C. speciose* plant were tested using a muscle tissue of rainbow trout as an experimental *in vitro* model. The leaf extract of *C. speciose* (final concentration 5 mg per mL) had a mild antioxidant activity, resulting in a decrease of ketonic derivatives of OMP (by 9.4%, $p > 0.05$). The extract caused a significant increase in TAC level, while aldehydic derivatives of OMP were similar to the values obtained from untreated controls.

Many studies on orchids have been conducted so far, and many phytochemicals and pharmaceutical properties were reported. Moin and co-workers (2012) have reported the presence of phenols, flavonoids, alkaloids, phlobatannins, terpenoids, glycosides, tannins, saponins, and phytosterols in different extracting solvents including petroleum ether, ethyl acetate, methanol, and distilled water of *Coelogyne stricta* (D.Don) Schltr. leaf extracts, ornamentally, and medicinally important orchids in Asia (Moin et al., 2012). The mechanisms of antioxidant action of flavonoids include the following processes: (1) direct scavenging of reactive oxygen species (ROS); (2) activation of antioxidant enzymes; (3) activation of metal-chelating activity; (4) increasing α-tocopheryl radical levels; (5) inhibiting NAPDH oxidases; (6) mitigation of oxidative stress caused by NO; (7) increasing uric acid levels; and (8) increasing the antioxidant properties of low-molecular-weight antioxidants (Shen et al., 2022). Alkaloids have beneficial effects against cellular oxidative stress (Shang et al., 2020). *In vitro*, alkaloids decreased the increased ROS production, lipid peroxidation, and cell death rate caused by oxidative stress (Li et al., 1993). Several investigations have studied the antioxidant activity of monoterpenes and diterpenes or essential oils *in vitro*. An important point when assessing the antioxidant activity of plant antioxidants is to consider their interaction with other antioxidants (Grassmann, 2005).

In conclusion, an extract derived from leaves of *C. speciosa* incubated with muscle tissue of the rainbow trout caused a non-considerable increase in TBARS level compared to the control samples. Interestingly, the increase of the lipid peroxidation biomarkers has resulted in statistically significant TAC enhancement. On the other hand, this extract caused a statistically non-significant reduction in the ketonic derivatives of OMP. There is a need for further investigation of specific mechanisms of action and the active constituents of the plant. Overall, the results give scientific support for the use of the plant in the management of oxidative stress.

This work was supported by The International Visegrad Fund, and the authors are cordially grateful for this.

Kurhaluk N., Tkachenko H.

AMINOTRANSFERASE RESPONSES IN THE SKELETAL MUSCLES OF SEA TROUT (*SALMO TRUTTA* M. *TRUTTA* L.) AT DIFFERENT DEVELOPMENTAL STAGES

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

Changing in living conditions, which is most characteristic of salmonids due to their changes in the habitat from fresh to saline water and vice versa during spawning, involves the alterations in the physiological and biochemical state of fish and their adaptive potential

(Kurhaluk and Tkachenko, 2020). The use of biochemical indicators is adequate for the evaluation of developmental- and habitat-induced fish metabolism. These include the alanine- (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) enzymes, since their molecular systems react quickly to changes in energy metabolism (aerobic and anaerobic pathways), as shown by Gabriel and co-workers (2012). The change in their activity is of fundamental importance not only for energy pathways but also for early diagnosis of the biosynthetic and detoxifying function of the organism. The ratio of the serum AST and ALT activities has been known as the De Ritis ratio (AST/ALT) (Botros and Sikaris, 2013). Our study aimed to evaluate developmental-induced changes of the activity of aminotransferases in the skeletal muscle growth in sea trout (*Salmo trutta* m. *trutta* L.). These findings revealed the effects of the sex (males, females) and development stages (parr, smolts, adults, spawners) on muscular oxygen-dependent processes, as well as aerobic and anaerobic pathways and the level of metabolic substrates.

The study material was sampled in the years 2008 - 2014 from 372 specimens of the sea trout in various developmental stages: parr (n = 113), smolts (n = 122), adults (n = 25, i.e. 13 males, 12 females), spawners (n = 113, i.e. 33 males, 53 females), and kelts (n = 24, i.e. 12 males, 12 females). The trout specimens in the parr and smolt developmental stages were caught in Pomeranian rivers: Glazna, Skotawa, Kamienna, Kwacza near Słupsk city. Among the adults, spawners, and kelt forms, the sexual dimorphism is well-expressed; the analysis was carried out according to the sex since the phenotypic males and females possessed testicular and ovarian structures. We have analyzed various stages of fish development those the changes in the neurohormonal levels determining sex were expressed (testicular and ovarian structures, eggs). We have investigated a complex of morphological parameters of fish (mean body mass, mean body length) and aging according to Jensen and Johonsen (2011).

Adult specimens of the sea trout were caught in the estuary of the Słupia river (Ustka city, 54°35′N 16°51′E), while the sexually mature spawners and kelts (males and females) were caught in the Słupia river (Słupsk city, Pomeranian Voivodeship, northern Poland; 54°27′57″N 17°1′45″E). The fish was collected using the electric fishing method, with the help of a power generator with a DC adapter, in close cooperation with the Landscape Park “Dolina Słupia” and the District Board of the Polish Angling Association in Słupsk (environmental license DROS. AR.MW.6052-16/10).

Percussion stunning followed by the destruction of the brain was used for fish euthanasia. The tissues were sampled for analysis. Tissue samples were taken, frozen, and homogenized in the laboratory of the Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk. The authors are grateful to the authority of Landscape Park “Dolina Słupia” and the District Board of the Polish Angling Association in Słupsk for providing logistic supports for collecting the samples.

The trout muscle tissue samples were homogenized in ice-cold buffer (100 mM Tris-HCl, pH 7.2). Alanine aminotransferase (ALT, EC 2.6.1.2) and aspartate aminotransferase (AST, EC 2.6.1.1) activities were analyzed spectrophotometrically by a standard enzymatic method described by Reitman and Frankel (Reitman and Frankel, 1957). The results were expressed as mean ± S.D. All variables were tested for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov test ($p>0.05$). The homogeneity of variance was assessed using Levene’s test. The significance of differences in the parameters’ value, and between all studied groups was determined using one-way analysis of variance (ANOVA) and multifactorial analysis of variance (MANOVA). For unequal observations, Tukey’s post-test was used (Zar, 1999). Differences were considered significant at $p<0.05$. To verify the hypothesis of the impact of the sex and developmental stages on the antioxidant defense in the muscle tissue, we have evaluated those assumptions using a multivariate analysis of variance (MANOVA) for two fish stages (adults, spawners) and the kelt form. The selection of these stages was determined by the fact that phenotypic males and females

had well developed testicular and ovarian structures. The use of multivariate significance tests (Wilks, Pillai, Hotelling, and Roy) of the main effects (sex, development stages, and its combined effects) allowed to obtain statistically significant relationships for all three values.

The dynamics of the enzyme activity and metabolites involved in metabolic changes reveal the use of the main energy substrates in the organism in different stages of trout development. Therefore, the goal of the current study was to determine the activity of alanine and aspartate transaminases, lactate dehydrogenase, and succinate dehydrogenase, as well as the level of energy metabolites (lactate and pyruvate) in the muscle tissue of the sea trout. The developmental-induced changes in the activity of transaminases in the muscle tissue were found to be highly specific. Our results revealed that the alanine aminotransferase activity (AlAT, $F_{7.364}$=22.56, P=0.000) changed statistically significantly at the development stages as follows: there was a significant decrease in the smolts and spawners (both males and females). It was observed that the activity of aspartate aminotransferase ($F_{7.364}$=44.79, P=0.000) was lower in the spawners (both males and females) and the kelt form (both males and females).

The biochemical biomarkers of oxygen-dependent and oxygen-independent pathways of metabolism such as pyruvate ($F_{7.364}$=12.99, P=0.000) and lactate ($F_{7.364}$=26.54, P=0.000) are also analyzed. Our results revealed a significant effect of the developmental stages on the decrease of pyruvate levels in the muscle only for the spawners (both males and females). Statistically significant changes in the adult individuals (both males and females) compared with the parr stage was observed; similar tendencies towards a decrease in the lactate level were simultaneously observed for the spawners and kelt forms (both males and females).

In conclusion, a crucial role of AST in the formation of the complete statistical model concerning the profile of selected biomarkers involved in metabolic changes in the muscle tissue of sea trout was demonstrated. Not only the dynamics of the aminotransferases’ activity is essential, but primarily the AST/ALT ratio (De Ritis ratio) is significant, and our results confirm this concept. Blood ALT and AST activities are commonly requested panel tests for the diagnosis of liver and heart diseases. The release of ALT and AST from liver cells to the bloodstream represents hepatocellular damage caused by the intensity of metabolic processes or pathological disorders. These enzymes represent the equilibrium between the normal turnover of hepatocytes and the clearance of the enzymes from plasma (Botros and Sikaris, 2013). Our study confirmed the increase of the De Ritis ratio in the muscle tissue of sea trout through the stages of development from parr to adults (males and females). The highest value of the De Ritis ratio was observed for the adult stage (females) while the lowest value was demonstrated for the spawners (females). The decrease in the De Ritis ratio was observed in the muscle tissue of fish in the spawning period and kelt forms compared with the parr, smolt, and spawners (males and females) stages.

Other dependencies of these enzymes on the sex were studied by Lun and co-workers (2006), who demonstrated the role of aminotransferases in the development of gonads in fish. The relationship between the hepatic aminotransferases and gonads appears to be well-known. In the ancestor of all chordates, the lancelet, ALT is present only in the liver diverticulum and gonads and is absent in muscles and other tissues, unlike found in other chordates, including fish. ALT, like vitellogenin, is synthesized in the liver and then transported to the gonads, where it participates in their maturation (Lun et al., 2006). In the testes of the salmon, the enzyme activity was higher than in the ovaries. The development of ovaries during the feeding season of this species is close to the completion of vitellogenesis, while the testes are characterized by the starting of active spermatogenesis, in which intense transamination processes were observed (Dorohova, 2013).

The authors are grateful to the authority of Landscape Park “Dolina Słupia” and the District Board of the Polish Angling Association in Słupsk for providing logistic support for collecting the samples.

Kurhaluk N.[1], Tkachenko H.[1], Kamiński P.[2,3]

ANTIOXIDANT DEFENSES IN THE MUSCLE TISSUE OF THE GREAT TIT (*PARUS MAJOR* LINNAEUS, 1758) LIVING IN SODIUM INDUSTRY AND AGRICULTURAL AREAS IN INOWROCŁAW REGION (CENTRAL PART OF NORTHERN POLAND)

[1]Department of Biology, Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland
22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland
[2]Department of Medical Biology and Biochemistry, Department of Ecology and Environmental Protection, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Nicolaus Copernicus University in Toruń, Bydgoszcz, Poland
[3]Department of Biotechnology, Institute of Biological Sciences, Faculty of Biological Sciences, University of Zielona Góra, Zielona Góra, Poland

The great tit (*Parus major* Linnaeus, 1758) is a wild bird species considered to be suitable for biomonitoring the degree of environmental pollution (Hargitai et al., 2016; Costa et al., 2017). As this species occurs throughout Poland, such biomonitoring studies facilitate the comparison of adverse effects of anthropopressure in habitats and ecosystems (Markowski et al., 2014; Koim-Puchowska et al., 2020). It is known that this species is also very sensitive to environmental changes. Studies show that chicks of different species of birds living in polluted environments differ in their ability to effectively eliminate heavy metals and organic pollutants (Williams et al., 2018; Vizuete et al., 2019; Sánchez-Virosta et al., 2019).

Our study aimed to perform a comparative analysis of the activities of antioxidant enzymes [superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reductase (GR), glutathione peroxidase (GPx)] 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).

Inowrocław County in the northern part of central Poland is called the Inowrocław Ecological Hazard Region. The Kuyavian salt deposits and salt dumps under hydrostatic pressure are widely used in resorts, health resorts, and sodium and salt industry (*Development Strategy of Inowrocław County until 2020*, 2015). The study samples were collected in the following towns and cities in the Inowrocław Region of Environmental Hazard (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 from Tuchola Forest (Tuchola County, 53°35′14,1″N17°51′40,2″E) and Borkowo village (52°50′10″N 18°11′57″E). No direct sources of contamination were found in the Borkowo area. The closest source that could contribute to contamination of the environment in this village is the Inowrocław Sodium Industry "Soda-Mątwy" located 100 km away and the national road No. 25. It is separated by trees and fields and runs within a radius of approx. 1 km from Tuchola Forest (Kamiński et al., 2012).

Sodium Industry areas. Samples were collected in industrially degraded areas, namely Giebnia, which is a small town in the commune of Pakość, and in the vicinity of the so-called "White Seas", i.e. ponds of post-sodium waste of Soda Works Industry "Janikosoda". The closed waste dump located here is the source of secondary soil and surface water pollution in the area. As the soil here is characterized by a compact mechanical composition, the migration of pollutants to the groundwater and the adjacent areas is difficult. This results in a high concentration of pollution in the soil and plants that grow in the area. In Giebnia, there is also an active Municipal Waste Disposal Site, where waste from the Pakość and Janikowo communes is stored (Kamiński et al., 2012; Kamiński et al., 2016; Koim-Puchowska et al., 2020). The samples were also collected in Janikowo in the vicinity of sodium decanters and Soda Plants "Janikosoda". These plants produce, among others, light and heavy calcined soda, industrial, food, and iodine brewed salt, precipitated chalk, sodium lime, and others. The Soda Plant "Janikosoda" is located on a high plateau, whose

soils are characterized by a compact mechanical composition. Due to this location, there is no distant penetration of saline soils. However, the soils in this area are much more contaminated than the soils of the surrounding villages. The factory borders the Notec Canal valley to the north, the Notec valley (53°05′48″N 17°21′30″E) to the south and east, and the Pakość Lake to the west (52°43′19″N 18°06′02″E).

Agricultural areas. The samples were collected from an area referred to as Mątwa, where a municipal waste disposal plant is located. Previously, post-sodium calcium ponds were located in this area and used by the Chemical Plant “Soda-Mątwy”. Currently, industrial and hospital waste, which is a source of all kinds of elements migrating to the environment, is stored in the landfill in Mątwy. The second site was Mątwy town (near the Notec Canal). The samples were collected from an area in the neighborhood 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 characterized by a slight slope of the surface and poor drainage of the organic soils prevailing here. It is related to their specific structure and the high level of groundwater; thus, the pollution can spread relatively quickly to nearby areas, especially to agricultural land and grassland located on the southern side of the Notec river valley (Kamiński et al., 2012; Kamiński et al., 2016; Koim-Puchowska et al., 2020).

The research involving animals was carried out in line with the Animals (Scientific Procedures) Act (1986)/EU Directive 2010/63/EU. The study was conducted with the consent of the Bioethics Committee of the General Nature Conservation Department (License permission of the General Nature Conservation Dept. Protocol number DOnOOŚogiz-4200/III-13/44/08/aj, Poland).

To implement the study, 145 nesting boxes for birds of great tits were installed. The research sites were divided in 2011 and 2012 (April-July) into three environments: 1) the control environment (Control): Borkowo, n = 41, 2) the landfill environment (Agricultural pressure): Giebnia, Mątwy near the waste dumps, and Pakość (n = 37), and 3) the environment affected by the soda plants (Soda Activity Area): Janikowo and Mątwy near the Notec Canal (n = 37). Nestlings were euthanised with isoflurane. The muscle tissue was collected from nestlings (n = 115) in the 3rd age group, 15-21 days, a fall in growth rate. The muscle tissue was immediately dissected and placed on dry ice in Dewar flasks and transported to the laboratory. Skeletal muscle tissues from nestlings of great tits were used for the study. Skeletal muscles (*m. pectoralis*) were removed from the birds after decapitation. One bird was used for each preparation.

The statistical analysis of the data on the activities of the antioxidant enzymes obtained for the control samples and those obtained from two types of the studied environments showed significant differences in the following parameters in muscle tissues: SOD [$F_{2.114} = 1.476$, p=0.233], CAT [$F_{2.114} = 7.07$, p=0.001], GR [$F_{2.114} = 0.13$, p=0.817], and GPx [$F_{2.114} = 4.96$, p=0.008]. Statistically significant multidirectional changes in the activities of antioxidant enzymes were found for catalase and glutathione peroxidase.

For a full analysis of the oxidative stress biomarkers data, we used the multiple correlation coefficients (R), the coefficient of determination (R^2) and its corrected form reduced by random errors (R^2 adjusted), and the F test and its significance simultaneously, which allowed formulation of the next conclusions on the role of each of the investigated data in the formation of the full statistical model. These statistical dependencies for these processes are as follows: TBARS (18.9%, F = 14.52, p = 0.000), TAS (12.1%, F = 8.95, p = 0.000), CAT (9%, F = 7.07, p = 0.001), GPx (6.4%, F = 4.96, p = 0.001).

Our study has demonstrated a general tendency towards an increase in the intensity of lipid peroxidation with increasing levels of oxidative modification of proteins (levels of aldehydic and ketonic derivatives) and a simultaneous reduction in the total antioxidative status (TAS). The differences we found are related to the fact that technogenic transformations change the

environment of living organisms, changes which can lead to the development of oxidative stress in animals and humans. Hence, animals in this environment can be regarded as effective biomarkers of the level of its pollution. The presence of toxins in anthropogenically modified environments, as well as atmospheric pollution in these areas (intensive agricultural production or rubbish dumps, as in our case), are prerequisites for the activation of ROS formation or disturbances in the functioning of the antioxidant system in organisms that live in this environment. Our study demonstrated a general tendency towards an increase in the intensity of lipid peroxidation processes with decreasing activity of enzymatic antioxidative defense (catalase and glutathione peroxidase) in the skeletal muscle tissue of wild great tit nestlings collected in Sodium Industry areas.

Kurhaluk N.[1], Tkaczenko H.[1], Kamiński P.[2,3], Hetmański T.[4], Włodarkiewicz A.[5], Tomin V.[5]

AGE-, SEX-, AND HABITAT-RELATED ALTERATIONS IN HEMATOLOGICAL INDICES OF A WINTERING MUTE SWAN POPULATION (*CYGNUS OLOR*) LIVING IN COASTAL AREAS OF NORTHERN POLAND

[1]Department of Biology, Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland
[2]Department of Medical Biology and Biochemistry, Department of Ecology and Environmental Protection, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Nicolaus Copernicus University in Toruń, Bydgoszcz, Poland
[3]Department of Biotechnology, Institute of Biological Sciences, Faculty of Biological Sciences, University of Zielona Góra, Zielona Góra, Poland
[4]Department of Earth Sciences, Institute of Biology and Earth Sciences, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland
[5]Department of Physics, Institute of Science and Technology, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland; 22a Arciszewskiego Str., 76 200 Słupsk, Poland

Environmental studies of Mute Swan (*Cygnus olor*) have covered a wide range of scientific activities in different fields, e.g. ecological (Włodarczyk and Wojciechowski, 2001), veterinary, ecotoxicology (Grúz et al., 2018, Grúz et al., 2019), genetics, and evolution (Conover et al., 2000; Ely, Franson 2014; Binkowski et al., 2016). Mute swans are typical migratory birds, however, most of these birds remain in Poland during winter. Wintering and feeding swans, weakened in colder winters, often die in large numbers (Meissner, Ciopcińska, 2007). Ecotoxicological studies on different populations of swans are of particular interest, as comparisons of individuals of different ages and sex living in areas with different levels of anthropopressure may find practical application (Artacho et al., 2007; Kucharska et al., 2014). For this purpose, the use of effective indices of physiological changes, such as blood morphology, and parameters of biochemical processes make it possible to know adaptive mechanisms of physiological responses starting at cellular level in birds nesting in different environments (Wieloch, Remisiewicz 2001; Artacho et al., 2007a,b; Kucharska et al., 2019; Meissner et al., 2020).

We have tried to analyze the impact of the type of environment, and age-, and sex-induced relationships of hematological indices in the blood of mute swans and to compare these data with bioaccumulation of chemical elements in the feathers of birds living in three different regions of Baltic coastal zone. Thus goals of this study were (1) to determine whether the level of chemical elements differs between three types of environment; (2) to evaluate relations between the environments and hematological indices estimated by the count of type of blood cells (red blood cells RBC, white blood cells WBC), lymphocytes, heterophils, eosinophils, basophils, monocytes). Ultimately, we tried to determine the environmental preferences of swans and the related opportunities for developing optimal responses to environmental stressors.

Samples of blood and feathers from 172 mute swans inhabiting three different areas of

Northern Poland (Słupsk, Gdynia, Sopot) were used. In Słupsk area, samples of blood and feathers were collected from swans inhabiting so-called “swan” ponds in municipal parks located in the center and on the outskirts. Słupsk is a relatively small city with approximately 100,000 inhabitants. Blood samples were taken here from 47 mute swans (12 males up to 3 years (juveniles) and 13 adult males (over 3 years of age) and from 11 females up to 3 years and 11 adult females). Mute swans from Gdynia coastal zone are closely connected with the coast and the municipal beach exposed to pollution generated by the port and direct contact with people (Węsławski et al., 2006). Blood and feather samples were taken from 63 swans inhabiting coastal territories here. Samples from 13 males under 3 years (juveniles) and 20 adult males and from 16 juvenile females and 14 adult females were analyzed here. Sopot belongs to the metropolitan center of Tri-City, which also includes Gdynia and Gdańsk. Samples were collected from 62 individuals inhabiting Sopot coastal areas (12 juvenile and 19 adult males, as well as 16 juvenile and 15 adult females). Studies were conducted in accordance with the Guidelines of the European Council and the current laws in Poland and approved by the General Directorate for Environmental Protection of Poland (DOP-oz. 6401.03.278.2012.km).

Studies were carried out on individuals collected from the wild. Sampling was carried out in nature and the birds were returned to their natural environments at the end of study. Blood samples were collected from the medial metatarsal vein in tubes with K_3-EDTA for hematological tests (Campbell and Ellis, 2007; Campbell et al., 2010). Blood smears of each type of white blood cells and morphological elements of blood sampled, i.e. erythrocytes, heterophils, lymphocytes, and basophils were analyzed. Concentrations of chemical elements were analyzed in the feather samples with an X-Ray fluorescence (XRF) analyzer (model Sci Sps X-200 from Sci Sps, Inc.). The principle of the method used has previously been described in Kurhaluk et al. (2021) and Tkachenko et al. (2022).

To verify the hypothesis of the impact of the environment, age, and sex of the mute swans living in the Baltic coastal areas on the bioaccumulation of metals in feathers, we have determined the concentration of Al, Zn, Rh, Cu, Ru, Fe, and Pb. Our data indicated the highest significant main effects of the environments ($p = 0.000$) and its combination with other main factors, i.e. age and sex ($p = 0.000$) in the full statistical analysis of all results. The analysis of variance of the impact of main effects on selected chemical elements in feathers of mute swans living in different areas revealed statistically significant dependencies only in the case of Al ($p = 0.000$). The effects of age and sex of birds in combination with the environmental effects also proved important. We showed statistically significant effects on the content of Al ($p = 0.012$) and Ru ($p = 0.031$) in feathers in juveniles of all analyzed swans.

After determining the concentrations of chemical elements in feathers of mute swans exhibiting relationships with age, sex, and the environment, we check the distribution of effects of these factors on the blood morphological and biochemical indices which represent the main indicators of physiological state of an organism. Multivariate MANOVA tests of significance with σ-restricted parameterization and effective hypothesis decomposition were used for analysis of distribution of the impact of the environment, sex, and age on the main hematological indices

The analysis of variance ($p<0.05$) showed the effects of the environment, age, and sex on the following parameters: RBC ($F_{11.160} = 2.27$, $p = 0.000$), heterophils ($F_{11.160} = 0.45$, $p = 0.931$), eosinophils ($F_{11.160} = 0.75$, $p=0.679$), basophils ($F_{11.160} = 1.94$, $p = 0.039$), monocytes ($F_{11.160} = 1.65$, $p = 0.091$), lymphocytes ($F_{11.160} = 0.32$, $p = 0.979$), WBC ($F_{11.160} = 4.24$, $p = 0.000$) and Hb ($F_{11.160} = 16.88$, $p = 0.000$). Thus, we found statistically significant differences in such blood morphological indices as red and white blood cell counts, hemoglobin content, and basophil count.

Relationships between the erythrocyte count in the blood of mute swans from different environments show that the highest erythrocyte count values were determined for the adult males

living in Sopot area (1.95 ± 0.25 $10^{12}\cdot L^{-1}$) and the lowest counts were exhibited by the adult males from Gdynia coastal zone (1.51 ± 0.20 $10^{12}\cdot L^{-1}$). The highest content of white blood cells was found in adult males from Sopot areas (22.54 ± 5.13 $10^{9}\cdot L^{-1}$), whilst the lowest values of this index were found in adult males living in Słupsk district (14.85 ± 4.28 $10^{9}\cdot L^{-1}$). However, the hemoglobin content in the blood of mute swans was affected by different age, sex, and environment to the greatest degree and changed significantly in this regard. It should be noted that the lowest hemoglobin content in the blood was found in adult males from Słupsk area (13.46 ± 1.71 $g\cdot dL^{-1}$) and the lowest level was detected in adult males from Gdynia coastal zone (14.66 ± 1.88 $g\cdot dL^{-1}$).

These data obtained from the SS analysis vs. SS residual test as a statistical technique used in regression analysis of changes in the morphological indices in the blood of mute swans in correlation with three independent characteristics (age, sex, environments) facilitated estimation of their percentage values. We found that hemoglobin content exhibited the highest value (adjusted R^2 = 53.8%, F = 16.88, p = 0.000) in the statistical analysis of all results regarding changing of hematological parameters; the effect of the other values of this analysis was much lower (WBC: 19.92%, F = 2.24, p = 0.000; RBC: 8.53%; basophils: 6.42%, F = 1.93, p = 0.039). Our results indicate that the H/L ratio showed no significant differences both in the age- and sex groups of swans. However, we showed a normal level of H/L ratio in birds, i.e. at less than 1.0.

In conclusion, the trend of effects of environment, sex, and age in the alterations in hematological indices, and levels of chemical elements in feathers of mute swans occur. We found significant differences in the impact of these factors on RBC and WBC, hemoglobin content, and basophil level. Results confirm the environment-, age- and sex-dependence on metal bioaccumulation and hematological indices in the blood of mute swans.

This research has been supported by Pomeranian University in Słupsk, and it is cordially appreciated by the authors.

Liubas N.[1], Bedrylo A.[2], Terletska M.[2], Iskra R.[2]

EFFECT OF THIOSULFONATE ESTERS ON THE ACTIVITY OF ANTIOXIDANT DEFENSE ENZYMES IN RAT BLOOD

[1]Institute of Animal Biology, NAAS
38, V. Stus St., Lviv, 79034, Ukraine
[2]Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskyi St., Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: n_lubas@ukr.net

The quality and balance of an animal's feed are crucial for their health, productivity, and reproductive capacity. To minimize losses during long-term storage, the humidity, temperature, and chemical composition of the feed must be considered. Over time, complex biochemical processes can occur in the feed, leading to significant changes in its quality. One common result is the destruction of fats through oxidative processes, which produce toxic byproducts such as aldehydes, ketones, and low molecular weight fatty acids that can harm animals. To increase the stability of biologically active substances and lipids, and slow their degradation, feed can be fortified with antioxidants, whether natural or synthetic. Some examples of natural antioxidants include allicin and alliin, sulfur-containing compounds found in garlic and onion extracts, while their synthetic counterparts are esters of thiosulfonic acids.

One of the main criteria for assessing the possible use of new effective drugs (thiosulfonates) to protect feed from oxidative processes, bacterial and fungal infections is to study their effect on the prooxidant-antioxidant profile in the blood of healthy animals. Therefore, the aim of our research was to determine the effect of newly synthesized sulfur-containing compounds: S-ethyl-4-aminobenzene sulfonate (ETS), S-allyl-4-aminobenzene sulfonate (ATS), S-allyl-4-

acetylaminobenzene sulfonate (AATS) administered by the *per os* method to the diet on the state of the pro/antioxidant system in the blood of healthy rats. All compounds were synthesized at the Department of Biologically Active Substances Technology, Pharmacy and Biotechnology, Lviv Polytechnic National University” (Lubynets, 2003).

The study was conducted on 20 laboratory rats weighing 250-300 g. The animals were divided into four groups of 5 animals each: Group I – control, Groups II, III, IV – experimental.

The control and experimental animals had free access to feed (based on the daily requirement) and water (based on 20 ml of water per rat per day). Animals in the control group consumed normal food and water. Animals in the control group (K) were given 0.5 cm^3 of oil once daily (based on the daily requirement per rat). Animals of the three experimental groups consumed daily *per os* oil solutions of esters of thiosulfonates at the rate of 50 mg/kg body weight per day. In particular, animals of group II were fed 0.5 ml of ETS oil solution; animals of group III – ATS oil solution; animals of group IV – AATS. For the preparation of oil solutions of the synthesized compounds, Oleina oil was used (traditional refined, deodorized, frozen; manufactured by PJSC with II “DOES”; certified according to DSTU 4492:2017 and in accordance with ISO 14024). The experiment lasted twenty-one days.

The material for the study was the blood of animals, in which the activity of the enzymes of the antioxidant system: superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) and the concentration of lipid peroxidation products by the content of lipid hydroperoxides (LHP) and TBA-active products were determined The obtained digital data were statistically processed using the Microsoft EXCEL program, using the one-way ANOVA method.

The studies revealed a 46% increase in SOD activity in the erythrocytes of animals in group III, which consumed ATS with their feed, and an 18% increase in erythrocytes of group IV, which consumed AATS, compared to the control group. There was also a tendency to increase catalase activity in animals of groups II and III (by 8% and 9%, respectively), which consumed ETS and ATS, compared to the control group. However, a tendency to increase the LHP content was observed in the blood plasma of animals consuming ETS and AATS, which could indicate indicate some enhancement of lipid peroxidation processes under the influence of these substances. Nevertheless, the content of TBA-active products in the plasma of animals in all experimental groups did not differ from that of the control group. In group III, there was even a tendency towards a decrease (by 10%) in TBA-active products compared to the control group.

Thus, it was found that rats fed with ETS showed a tendency to increase catalase activity despite a slight increase in the content of LHP. Feeding animals with AATS resulted in an increase in SOD activity while showing a tendency to increase the concentration of LHP. In the hemolysates of rats fed with ATS, the activity of both SOD and catalase increased, while the content of ROS products remained unchanged. This indicates the activation of the antioxidant defense system under the influence of this ester.

Manko B.V., Manko B.O., Babsky A.

AUTOMATIC ANALYSIS OF BIOLOGICAL SUSPENSIONS OXYGEN CONSUMPTION SIGNALS

Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevsky St., 4, Lviv, 79005, Ukraine
e-mail: Bohdan.Manko@lnu.edu.ua

Different types of noise are a common issue in a variety of biological experiments, specifically in the case of measuring mitochondrial or cell oxygen consumption rate with a Clark electrode. This is quite an old but robust and sensitive method that is widely used in bioenergetic studies. Even slight changes in respiration rates can be related to significant metabolism changes, thus necessitating accurate and precise calculations.

The software for commercial respirometers based on Clark electrode is not sufficiently advanced to solve a wide range of problems associated with the analysis of oxygen consumption (mitochondrial or cell respiration) data. The first challenge is several types of noise related to different causes: 1) random low-amplitude noise usually caused by instability of electrode environment, 2) low-frequency oscillatory noise presumably due to cyclic change of magnetic stirrer position on the bottom of respiratory chamber and 3) short high-amplitude artefacts caused by addition of new substances to respiratory chamber or unexpected events such as mechanical impact, bubble formation and movement in solution etc. Second challenge is the complex nature of biological signal which is usually a combination of polynomic and linear phases of respiration as a response to added substrates/inhibitors. Historically, calculation of respiratory rates was performed "manually" by scientists. Usually this involves subjective selection of most "correct" parts of the records to calculate the respiration rates. The criteria for such selection are not strict enough to ensure unbiased experimental results collection. Thus, the aim of this project was to develop a software product capable of fast and reliable analysis of cell or mitochondrial respiration records.

In the process of software creation, we used thousands of records of experimental data collected in our laboratory with a Strathkelvin SI929 6-channel Oxygen Meter. Experiments were performed on rat isolated liver mitochondria or isolated pancreatic acini. Algorithm was written with Python using PyCharm environment with the help of numpy, statistics, matplotlib and sklearn and scipy packages.

Apart from several trivial data extraction and pre-processing steps, there are four main stages in our algorithm. The first one is an automatic noise filtering (correction) on whole records. First, large artifacts are excluded with a modified iterative window-based median filter with a 4-sigma threshold. Next, with a Fourier analysis (periodogram) was performed to find the period of strongest oscillations not associated with the main signal. Then a record is split to several pieces based on the location of experimentally induced sharp respiration rate changes. These pieces are subsequently cleaned from both random and periodic noise with unweighted second-order polynomial LOESS with automatic computation of optimal window length. The corrected data are then joined again into the whole record.

On a second stage clean record is received and automatically split to segments based on the provided timesteps of successive experimental steps (substances aliquots added). The third step is to find the "region of interest" in the segment and calculate the mean respiration rate (slope) of this region. The algorithm is based on finding the most linear part of the analysed time series which approaches maximum or minimum slope depending on experimental condition.

The last step includes automatic oxygen calibration, tissue amount factoring, accounting for dilutions and other possible data normalization steps followed by exporting the results of whole experimental series to Excel spreadsheet. For now, our algorithm provides the ability to calculate large datasets within a short period of time and eliminate human-related biases. Further accuracy testing and validation is being performed.

Nadtoka S., Kotliarova A., Kotyk O.

IDENTIFICATION OF LCC CHANNELS' CONDUCTIVITY IN DIFFERENT TYPES OF CELLS

Bogomoletz Institute of Physiology, National Academy of Sciences of Ukraine
Akademika Bohomol'tsya St, 4, Kyiv, 01024
email: n.serhiy.oleks@gmail.com

LCC-channels are cationic channels of large conductance (198±27 pS in Purkinje cells), located both in the inner and outer nuclear membranes. Being potential-dependent, they are mostly open when the membrane is charged positively (NPo = 3,11 at +40 mV), meanwhile

negative values of the membrane potential render them inactive/suppressed (NPo = 0,72 at -40 mV). According to the results of the previous studies, LCC-channels are one of the most common spontaneously activated channels in the nuclear membrane of Purkinje cells (Marchenko et al., 2005). Taking this into account, we assume that they may play a prominent role in the membrane functioning, but currently, neither the underlying mechanism of operating nor the structure of LCC-channels is described. One of the first steps of determining a channel function is finding its specific blocker, but without a proper understanding of the binding site composition, a series of substances must be looked over to identify structural patterns which make it a more or less effective blocker.

All the experiments were performed on Wistar rats ranging from 3 to 4 weeks old. Purkinje cells nuclei were obtained from the rat’s brain slices with thicknesses varying from 300 to 500 µm, which were transferred into Eppendorf microtubes with a homogenizing solution (mM): potassium gluconate - 150, HEPES - 10; HEPES-potassium salt - 10; pH = 7,2) and protease inhibitors (Roche, 1,6 mg/ml), and then homogenized using the syringe needle. Cardiomyocyte nuclei were obtained from the rat’s heart, samples of myocard were homogenized in a solution (mM): sucrose - 300; KCl - 60; HEPES - 10, pH = 7,2) and the same protease inhibitors. The obtained homogenate was centrifuged at 2000g for 5 minutes (brain samples) and at 1000g for 10 minutes (myocard samples). The nuclei-containing sedimentary fraction was resuspended in the solution (mM): KCl - 150; HEPES - 8; HEPES-potassium salt - 12; EGTA - 1; pH = 7,2) and then transferred to the microscope chamber. The currents passing through the ion channels were registered using the patch-clamp technique in the “nucleus attached” or “excised patch” configuration. The registrations were analysed with Clampfit 10.7 and processed using Origin 2018.

It was shown that the open state probability (P_o) of neuronal and cardiac LCC-channels is ≈ 1 at +40 mV and 0,30-0,45 at -40 mV. The conductance of LCC-channels of the left and right ventricles is registered to be 209±2,7 pS (n=5) and 206±3,1 pS (n=6) accordingly. Additionally, a channel type with similar characteristics was found in the interventricular septum (n=2). The mean values of the cardiac LCC-channels’ currents amplitude were 10 % higher compared to those of neuronal LCC-channels when measured at +60 mV, and 12 % lower when measured at -60 mV. However, no difference was found when voltage values of ±40 mV were applied. Also, a channel with conductance of 130±4,3 pS and slow kinetics, requiring further research, was found in hepatocytes.

To sum up, LCC-channels with similar electrophysiological properties are found in the nuclear membranes of Purkinje neurons, cardiomyocytes of the left and right ventricles, atrium and interventricular septum. Minor differences in the mentioned channels’ properties may be caused by the differences in intracellular signalization.

Acknowledgments: This research was supported by the grant of the National Academy of Science of Ukraine for junior researchers (2021-2022) (project “Pharmacological sensitivity and expression of large conductance cationic channels in different types of cells”); project identification number (0121U112012).

Tkaczenko H., Kurhaluk N.

BIOMARKERS OF ANTIOXIDANT DEFENSES IN VARIOUS TISSUES OF FURUNCULOSIS-AFFECTED SEA TROUT (*SALMO TRUTTA* M. *TRUTTA* L.) FROM BALTIC SEA BASIN

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

Motile aeromonads are often referred to as a complex of disease organisms that are associated with bacterial haemorrhagic septicaemias and other ulcerative conditions in fish (Cipriano and Austin, 2011). The disease is characterized by an external, cotton-like appearance that radiates out

in circular, crescent-shaped or whorled patterns with hemorrhagic necrotizing ulcers extending deep into the tissue. The initial signs of the disease are circles of the pathologically-changed epidermis. Subsequently, the intercellular spaces dilate and communicate with the exterior (Roberts, 1993). Furunculosis-like lesions affect the head and dorsal areas, which within a few days lead to a terminal fungal infection as the most obvious final observation before the fish collapsed and died. Extensive studies have documented that *Aeromonas hydrophila* induces furunculosis-infected fish focal haemorrhage, oedema, and dermal necrosis exposing the underlying muscle (Harikrishnan et al., 2009, 2010).

Central Pomeranian rivers are a unique place where salmonids spawn (Bartel, 2000, 2001; Pelczarski, 2000; Radtke et al., 2007; Dębowski et al., 2008). In recent years, it has been noticed that in the Pomeranian rivers, the number of valuable fish species (sea trout, brown trout, grayling, etc.) with skin lesions of various intensities has increased, i.e. ulcerations and skin defects, turning into nodular swellings covered with mold (Pietrzak, 2009; Bartel et al., 2009). Literature data indicate that a weakened fish organism has a weak immune system, the amount of mucus decreases with the increase of bacteria growth, and the fish is quickly infected with fungi and bacteria, which in extreme cases can cover the entire body surface (Khoo, 2000; Řehulka, 2002; Kozińska, 2001, 2007; Kozińska and Pękala, 2007, 2012; Harikrishnan et al., 2009). Our previous studies have shown that furunculosis seems to be quite capable of causing oxidative stress in the liver, muscle, heart, and spawn of brown trout (Kurhalyuk et al. 2009-2015; Tkachenko et al., 2011, 2014-2020).

The current study aimed to examine the responses of antioxidant defenses in the various tissue (muscles, gills, liver, heart, milt/spawn) from healthy specimens of sea trout (*Salmo trutta* m. *trutta* L.) and naturally furunculosis-affected trout sampled from the Słupia river belonging to Baltic sea basin where adult specimens are spawning (northern Poland, Central Pomeranian region). Biomarkers of antioxidant defenses [superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reductase (GR), and glutathione peroxidase (GPx)] and total antioxidant capacity (TAC) in the various tissue of healthy and furunculosis-affected trout were assayed.

Adult sea trout (*Salmo trutta* m. *trutta* L.), 3-5 years of age, were collected from sites on the Słupia river (Słupsk, northern Poland). Fish-catching took place in exact co-operation with Landscape Park "The valley of Słupia" as well as the Board of Polish Angling Relationship in Słupsk. The sampling for analysis from healthy males and females, as well as females of sea trout affected by furunculosis, was collected directly after the catch. After catching, microbiological tests were carried out. These tests suggested that the *Aeromonas hydrophila* complex caused furunculosis. The pathogen was isolated from the infected sea trout. Specimens in each group were dissected. One fish was used for each preparation. Each sample was homogenized in cold Tris-HCl buffer (100 mM, pH 7.2) to obtain a 10% (w/v) tissue homogenate. The protein content of each sample was determined using the Bradford method (1976) and bovine serum albumin as the standard. SOD activity was measured with the method by Kostiuk et al. (1990). CAT activity was determined by measuring the decrease of H_2O_2 in the reaction mixture using a spectrophotometer at the wavelength of 410 nm by the method of Koroliuk et al. (1988). GR activity in tissue homogenate was measured according to the method described by Glatzle et al. (1974). GPx activity in tissue homogenate was measured spectrophotometrically as described by Moin (1986). The TAC level in the sample was estimated spectrophotometrically at 532 nm following the method with Tween 80 oxidation (Galaktionova et al., 1998).

The mean ± S.E.M. values were calculated for each group to determine the significance of the inter-group differences. To assess the differences between the studied groups, the Kruskal-Wallis one-way analysis of variance by ranks test was used (significance level, $p < 0.05$) (Zar, 1999). All statistical calculation was performed on separate data from each individual with STATISTICA package, version 13.3 (StatSoft, Cracow, Poland).

Activities of the antioxidant enzymes in different tissues of males and females of sea trout affected by furunculosis were analyzed. Superoxide dismutases are a class of enzymes that catalyze the dismutation of superoxide into oxygen and hydrogen peroxide. As such, they are an important antioxidant defense in nearly all cells exposed to oxygen (Halliwell and Gutteridge, 2007). Significantly decreasing SOD activity in the muscle (by 87%, p = 0.000), gills (by 25%, p = 0.000), liver (by 34%, p = 0.000), heart (by 85%, p = 0.001) were found in males as a consequence of furunculosis. Moreover, SOD activity was significantly lower in all tissues of the furunculosis-affected females compared to healthy specimens. Significantly higher SOD activity in the milt of the furunculosis-affected males (by 162%, p = 0.007) compared to the spawn of those females was found. Catalase is a common enzyme found in nearly all living organisms that are exposed to oxygen, where it functions to catalyze the decomposition of hydrogen peroxide to water and oxygen. Catalase has one of the highest turnover numbers of all enzymes; one molecule of catalase can convert 40 million molecules of hydrogen peroxide to water and oxygen each second (Halliwell and Gutteridge, 2007). CAT activity was decreased in the muscle tissue (by 52%, p = 0.000), in gills (by 32%, p = 0.006), and in the liver (by 32%, p = 0.005) of furunculosis-affected males as well as in the same tissues from those females as compared to healthy specimens. Cardiac CAT activity was significantly higher in furunculosis-affected females (by 41%, p = 0.009) compared to those males.

Glutathione reductase is a flavoprotein that catalyzes the NADPH-dependent reduction of oxidized glutathione (GSSG) to glutathione (GSH). This enzyme is essential for the GSH redox cycle which maintains adequate levels of reduced cellular GSH. A high GSH/GSSG ratio is essential for protection against oxidative stress (Halliwell and Gutteridge, 2007). Furunculosis affected GR activity significantly. GR activity was inhibited in the muscle tissue of furunculosis-affected males by 61% (p = 0.000), as well as in the muscle tissue (by 65%, p = 0.014), in the gills (by 30%, p = 0.001), and in the liver of those females (by 40%, p = 0.002). Liver GR activity was higher by 77% (p = 0.016) in the infected males compared to those females. Glutathione peroxidase provides a mechanism for the detoxification of peroxides in living cells. This reaction plays a crucial role in protecting cells from damage by free radicals, which are formed by peroxide decomposition. Lipid components of the cell are especially susceptible to reactions with free radicals, resulting in lipid peroxidation. GPx enzymes reduce peroxides to alcohols using glutathione, thus preventing the formation of free radicals (Halliwell and Gutteridge, 2007). GPx enzymes will catalyze the reduction of hydrogen peroxide (H2O2) and a wide variety of organic peroxides (R-OOH) to the corresponding stable alcohols (R-OH) and water using cellular glutathione as the reducing reagent. Regarding the GPx, its activity was significantly lower in the muscle tissue (by 44%, p = 0.000) and liver (by 5.5%, p = 0.005) of furunculosis-affected males, as well as in the muscle tissue (by 58%, p = 0.000), liver (by 76%, p = 0.000), and in the spawn (by 96%, p = 0.000) from infected females as compared to the healthy specimens. Significant higher GPx activity in the gills (by 112%, p = 0.000), liver (by 246%, p = 0.000), and milt (by 10-fold, p = 0.000) of the furunculosis-affected males compared to those females was found. Regarding the total antioxidant capacity (TAC), furunculosis significantly decreased TAC levels in the liver (by 30%, p = 0.001), in the heart (by 47%, p = 0.000), and in the milt (by 39%, p = 0.006) of furunculosis-affected males, and in the liver (by 20%, p = 0.040) of those females as compared to the healthy specimens. TAC level was significantly higher (by 64%, p = 0.006) in the heart of furunculosis-affected females compared to those males.

It can be seen from our results that furunculosis caused a decrease in antioxidant enzyme activities in different tissues of infected sea trout. They included SOD, CAT, GPx, and GR activities, as well as TAC levels. This might be due to the inactivation of the above-mentioned enzymes by the end products of lipid and protein oxidation. The multifactorial pathways that operate at the ecological and the organism levels as well as the nonspecific response of the skin to

insults make it very challenging to link epidemic skin ulcers to any single cause in natural aquatic populations.

This research has been supported by Pomeranian University in Słupsk, and it is cordially appreciated by the authors.

Tkachenko H., Kurhaluk N.

PHOTOPERIOD-DEPENDENT CHANGES IN OXIDATIVELY MODIFIED PROTEINS IN THE BLOOD OF SHETLAND PONY MARES AND STALLIONS INVOLVED IN RECREATIONAL HORSEBACK RIDING

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

The study of seasonal levels of oxidative stress and antioxidant defenses in these conditions is an important issue in animal adaptation to season-induced changes. Recently, seasonal fluctuations in the antioxidant status determined by association with final and initial substrates of energy metabolism in the blood of horses have attracted increasing interest as a function of their sex and ability to exercise (Burlikowska et al., 2015). Investigation of the photoperiod-induced (seasonal) features of the processes of lipid peroxidation and oxidative modification of proteins together with basic antioxidants, such as antioxidant protection enzymes, is particularly useful for the prevention and treatment of cardiovascular, cerebrovascular, and laminitis diseases in ponies (Borer-Weir et al., 2013). These animals are characterized by a broad spectrum of physiological and biochemical characteristics of the functioning of various metabolic systems, which has been convincingly shown in a number of studies (Russell, 1996; Bailey et al., 2008; Borer et al., 2012; Meulenbroeks et al., 2012; Brinkmann et al., 2018). However, the previous results are contradictory, and the studied parameters refer only to individual seasons or are not analyzed together with the antioxidant defenses depending on the sex and physical exercise of horses.

The oxidative modification of proteins plays a key role in the molecular mechanisms of oxidative stress and is the trigger mechanism for the oxidative destruction of other molecules (proteins, lipids, DNA) in the cell (Hawkins and Davies, 2019). Since the oxidative modification of proteins is selective and specific and its products are markers of early oxidative stress, further studies of this process will contribute to improving the diagnosis and treatment of a number of pathological conditions in horses. The products of oxidative modification of proteins themselves, as well as lipid peroxidation products, have a cytotoxic effect. It was previously shown that during the cytotoxic action of OMP products, peroxide reactions are induced, leading to the modification of a number of the most important biomolecules in membranes and nuclear chromatin, primarily proteins and DNA (Kehm et al., 2021). This study focuses on the photoperiod-induced variability in the levels of oxidative stress biomarkers in the blood of Shetland pony mares and stallions before and after exercise. We have analyzed the effect of photoperiods and exercise on the levels of aldehydic (AD) and ketonic (KD) derivatives of oxidatively modified proteins (OMP) in the blood of Shetland pony mares and stallions involved in recreational horseback riding in the central Pomeranian region (Pomeranian Voivodeship, northern part of Poland).

The experiments were conducted in compliance with the Guidelines of the European Union Council and the current laws in Ukraine and Poland and approved by the Ethical Commission of Gdańsk University (KB-44/2012). Twenty-one healthy adult Shetland ponies (11 mares and 10 stallions) aged 6.5 ± 1.4 years old from the central Pomeranian region in Poland (Strzelinko, N54º30’48.0” E16º57’44.9”) were used in this study. All horses participated in recreational horseback riding. The horses were housed in individual boxes, with feeding (hay and oat) provided twice a day at 08.00 and 18.00 h and water available *ad libitum*. All horses were thoroughly examined clinically and screened for hematological, biochemical, and vital parameters, which were within reference ranges. The females were non-pregnant. Training started at 10:00 AM, lasted

1 hour, and consisted of a ride of cross country by walking (5 min), trotting (15 min), walking (10 min), trotting (10 min), walking (5 min), galloping (5 min), and walking (10 min). Blood was drawn from the jugular veins of the animals in the morning, 90 minutes after feeding, while the horses were in the stables (between 8:30 and 10 AM), and immediately after the exercise test (between 11 AM and 12 AM). 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 with K_3-EDTA and 3.8% sodium citrate and kept on the ice until centrifugation at 3,000 rpm for 10 minutes. The plasma was removed. The erythrocyte suspensions (one volume) were washed with five volumes of PBS (pH 7.35) three times and centrifuged at 3,000 rpm for 5 minutes. The level of oxidatively modified proteins (OMP) was evaluated by the content of protein carbonyl derivatives in the reaction with 2,4-dinitro-phenylhydrazine (DNFH) using the method described by Reznick and Packer (1994) and Levine and co-workers (1994). The results were expressed as mean ± S.D. Significant differences between the means were measured using a multiple range test at min. $p < 0.05$. Data with no normal distribution were log-transformed. Statistical tests with 95% confidence intervals ($\alpha = 0.05$) were applied to determine the significance of differences between the parameters studied (Stanisz, 2006, 2007). The data were tested for homogeneity of variance using Levene’s test, and normality was checked with the Kolmogorov-Smirnov test. The basic statistical analysis (significance of regression slopes, analysis of variance for significance) was done using the STATISTICA 13.3 package (TIBCO Software Inc.).

We investigated the content of aldehydic (AD) and ketonic derivatives (KD) of OMP in the plasma of the Shetland ponies influenced by the three factors (photoperiods, sex, exercise). We identified a statistically significant reduction in the levels of aldehydic derivatives of OMP in the plasma of ponies during the autumn and winter periods only after exercise. These changes were observed in both sexes. Reduced levels of ketonic derivatives of OMP have been shown during the spring, summer and autumn photoperiods. These changes were independent of the sex and were observed only after exercise. It was noted that the aldehydic derivatives of OMP in the plasma of the Shetland ponies were distributed statistically significantly $F_{15.152} = 11.91$ ($p = 0.000$). There were statistically significant differences in levels of aldehydic derivatives of OMP as a function of sex and physical activity, as described below, at different photoperiods. In the mare group after exercise, these relationships were statistically significant ($p = 0.000$) in the spring-autumn and summer-autumn photoperiods. After exercise in the stallions, there were statistically significant differences in the level of aldehydic derivatives of OMP ($p < 0.05$) between spring and summer, spring and winter, summer and autumn, and summer and winter photoperiods. The data on the aldehydic derivatives of OMP were also confirmed by the results of the statistical ANOVA sum-of-squares test (total SS model) *vs.* residual SS regarding the values of the correlation coefficient ($R = 0.74$), the coefficient of determination ($R^2 = 0.54$), and its adjusted form $R^2_{ad} = 0.49$ at the value of $F = 11.91$ ($p = 0.000$).

Another analyzed parameter was ketonic derivatives of OMP in plasma, which was shown to be statistically significant with $F_{15.152} = 5.07$ ($p = 0.000$). There were statistically significant sex differences in levels of the ketonic derivatives of OMP only during the post-exercise periods. In the group of mares after exercise, these differences appeared to be statistically significant in both the spring-autumn and autumn-winter seasons. After exercising, these differences in the levels of ketonic derivatives of OMP in the stallion group were statistically significant ($p = 0.000$) between the spring-autumn and summer-autumn photoperiods. These data were also confirmed by the results of the statistical ANOVA analysis of the total SS model *vs*. residual SS regarding the values of the correlation coefficient ($R = 0.58$), the coefficient of determination ($R^2 = 0.33$), and its adjusted form $R^2_{ad} = 0.28$ at the value of $F = 5.07$ ($p = 0.000$).

In conclusion, there was a statistically significant reduction in the levels of aldehydic derivatives of OMP in the plasma of ponies during the autumn and winter photoperiods only

after exercise in both sexes. A decrease in the levels of ketonic derivatives of OMP in the spring, summer, and autumn photoperiods was observed. These changes were observed independently of the sex and only after exercise. They were related to the functioning of the whole enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense systems. It varied depending on the sex, photoperiod, and exercise of the Shetland ponies in our studies. These changes were dependent on the baseline levels of the enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense systems in the ponies, which differed between the mares and the stallions (statistically significant differences in the spring and winter periods) both before and after exercise (spring and winter).

This research has been supported by Pomeranian University in Słupsk, and it is cordially appreciated by the authors.

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН
PLANT PHYSIOLOGY

Антонюк О., Нечипорук Є., Рогач Т.

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ВМІСТ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ РЕДИСКИ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: olyaantonuk20@gmail.com, yevgenya11@gmail.com, tetiana.rohach@vspu.edu.ua

Antoniuk O., Nechyporuk Y., Rogach T. INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON PIGMENT CONTENT IN RADISH LEAVES. Treatment of radish by GA_3 and EW-250 reduced the content of carotenoids in leaves. GA_3 reduced the content of chlorophyll *α* and *b*, and the content of both forms of chlorophyll increased after the application of EW-250. EW-250 increased the quantum efficiency of Photosystem II, increased the total quenching of chlorophyll fluorescence, accelerated the linear transport of electrons, and significantly reduced the ratio of the share of reaction centers that did not reduce the primary acceptor. Induction of chlorophyll fluorescence indicators were close to control under the influence of GA_3.

Регуляція онтогенезу рослин при застосуванні активаторів та інгібіторів реалізується через фотосинтетичний апарат, як один із основних компонентів, що впливає на ріст розвиток і продуктивність рослин (Sukul et al., 2014; Ren et al., 2017).

Хлорофіл – основний пігмент фотосинтезу в рослині. Збільшення вмісту хлорофілів та інших пігментів у листках є фактором підвищення швидкості фотосинтетичних процесів та чистої продуктивності фотосинтезу і як результат зростання урожайності культурних рослин (Luo et al., 2016; Yang et al., 2016).

Корисною низькокалорійною, дієтичною та овочевою культурою є редиска. Тому вивчення впливу різнонаправлених регуляторів росту гіберелової кислоти ($ГК_3$) та тебуконазолу (EW-250) на продуктивність культури є актуальним.

Вміст каротиноїдів та різних форм хлорофілу визначали у сирій речовині листків спектрофотометричним методом на спектрофотометрі ULAB 102UV у п’ятиразовій повторності (Latimer, 2010). Для визначення параметрів індукції флуоресценції хлорофілу на 15-у добу після початку проростання використано портативний однопроменевий флуориметр «Флоратест», розроблений Інститутом кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України. Результати отримували у вигляді кривої Каутського, яка відображає часову залежність інтенсивності флуоресценції хлорофілу (Brayon et al., 2000). Результати оброблені статистично та за допомогою комп’ютерної програми “Statistica – 6,1” (Van Emden, 2008).

Встановлено, що $ГК_3$ та EW-250 впливали на вміст пігментів у лисках редиски. Аналіз динаміки вмісту хлорофілу *a* у листках редиски свідчить, що $ГК_3$ знижувала вміст пігменту впродовж вегетації, а EW-250 – підвищував. Максимальний вміст основного фотосинтетичного пігменту за обробки EW-250 перевищував контрольний показник на 8,2 %, а за обробки $ГК_3$ був нижчим, ніж у контролі, на 13,2 %.

Вміст хлорофілу *b* після застосування як гібереліну, так і антигібереліну зростав. У варіанті із застосуванням ретарданту показник був вищим ніж у контролі, а у випадку із застосуванням гібереліну – нижчим. Найвищі значення вмісту хлорофілу *b* за обробки EW-250 перевищували контроль на 56 %, а після дії $ГК_3$ був меншим ніж у контролі на 37 %.

За обробки гібереліновим стимулятором росту та антигібереліновим препаратом вміст каротиноїдів впродовж вегетації був нижчим, ніж у контролі. Максимальні значення цього показника при застосуванні $ГК_3$ на 11 % були меншими контрольного варіанту досліду, а за дії EW-250 таке зниження вмісту каротиноїдів становило 12 %.

Результати аналізу індукції флуоресценції хлорофілу свідчать, що ретардант EW-250 підвищував квантову ефективність фотосистеми II, збільшував сумарне гасіння флуоресценції хлорофілу, пришвидшував лінійний транспорт електронів і суттєво зменшував співвідношення частки реакційних центрів, що не відновлюють первинний акцептор реакційних центрів системи Q_A, з часткою активних хлорофілів (показник Q_B). За дії препарату зросла глибина спаду та коефіцієнт спаду флуоресценції хлорофілу, що вказує на квантову ефективність фотосистеми II та чітко корелює із інтенсивністю фотосинтезу. За дії $ГК_3$ показники флоурисценції хлорофілу були близькими до контролю.

Базюк С., Кобилецька М.

ВИКОРИСТАННЯ НАТРІЙ ДИХЛОРІЗОЦІАНУРОВОЇ КИСЛОТИ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОЇ СТЕРИЛІЗАЦІЇ ВЕГЕТАТИВНИХ БРУНЬОК ПІДЩЕПИ ЧЕРЕШНІ СОРТУ GISELA 6 В УМОВАХ *IN VITRO*

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

Baziuk S., Kobyletska M. EXPOSURE BY SODIUM DICHLORISCYANURIC ACID FOR SURFACE STERILIZATION OF GISELA 6 SWEET CHERRY ROOTSTOCK’S VEGETATIVE BUDS UNDER *IN VITRO* CONDITIONS. A mandatory stage for effective clonal propagation is the successful introduction of the variety into in vitro culture, through the initiation stage from vegetative buds and surface sterilization of explants. The purpose of the study was to study the effect of sodium dichloroisocyanuric acid in comparison with sodium hypochlorite during surface sterilization of vegetative buds of Gisela 6 cherry rootstocks and to establish the optimal exposure time.

Клональне розмноження в умовах in vitro є вагомим методом в біотехнології рослин та комерційному вирощуванні садивного матеріалу, який дозволяє отримувати значну кількість якісного, безвірусного рослинного матеріалу зберігаючи сортові характеристики рослини. Проте, обов’язковим етапом для ефективного клонального розмноження є успішне введення сорту в культуру *in vitro*, через етап ініціації з вегетативних бруньок та поверхнева стерилізація експлантатів.

Підщепа черешні сорту Gisela 6 (Gi 1481) отримана результатом схрещування *Prunus cerasus* × *Prunus canescens* в Університеті Гіссена. Основними її якостями є: сповільнення росту в висоту, прискорення цвітіння і плодоношення, сприятлива до супіщаних ґрунтів і клімату центральної та південної України.

Натрій дихлорізоціанурова кислота, може виявитись альтернативою класичного хлорвмісного засобу – гіпохлориту натрію для поверхневої стерилізації вегетативних

бруньок. Обидва дезінфікуючих агенти, при розчиненні у воді формують гіпохлоритну кислоту (HOCl), проте, натрій дихлорізоціанурова кислота має pH в межах 6.8, який є ближчим до фізіологічного рівня pH у рослин, проти 10 у гіпохлориту натрію, що знижує фітотоксичність агенту до експлантатів.

Метою дослідження було вивчення впливу натрій дихлорізоціанурової кислоти у порівнянні з гіпохлоритом натрію під час поверхневої стерилізації вегетативних бруньок підщеп черешні сорту Gisela 6 та встановити оптимальний час експозиції. Для ініціації використовували здерев'янілі сегменти пагонів (2-3 см) однорічних рослин з наявними вегетавними бруньками, які були отримані на початку весни перед входом рослин в фазу активної вегетації. Для поверхневої стерилізації використовували розчини натрій дихлоізоціанурової кислоти та гіпохлориту натрію у концентрації 10 г/л. Час експозиції був 20, 30, 40, 50, 60 хв. Після експозиції експлантати переносились у поживне середовище наступного складу: DKW (Driver and Kuniyaki Walnut) з додаванням 6-бензо-аміно пурину (6-БАП) 1,0 мг/л, Гіберелової кислоти (ГК3) 0,1 мг/л, сахарози 30 г/л і агару 5 г/л. pH – 5,95. Культивування відбувалось протягом 4 тижнів при при температурі 22±1 °С, фотоперіоді 16 годин, для освітлення використовувались світлодіодні лампи (3000 люксів) холодного білого світла. Аналізували по завершенню культивування рівень контамінації, виживаності та вегетації експлантатів. Встановлено, що експозиція натрій дихлорізоціануровою кислотою призводить до більшої виживаності та вегетації експлантатів, порівняно з гіпохлоритом натрію, Найбільш ефективними виявились експозиції натрій дихлорізоцінуровою кислотою протягом 30 та 40 хвилин з низькою кількістю контамінованих зразків та найбільшою кількістю бруньок, які увійшли в фазу вегетації.

Бєлий Д., Куценко А., Рогач Т.

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ЛИСТКОВИЙ АПАРАТ ТОМАТІВ ТА ПЕРЦІВ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: belyi27@ukr.net, kutsenkoa2905@gmail.com, rogach.tatyna.vas@gmail.com

Bielyi D., Kutsenko A., Rogach T. THE INFLUENCE OF GROWTH PROMOTERS ON THE LEAF APPARATUS OF TOMATOES AND PEPPERS. Treatments of IAA, GA_3 and kinetin led to an increase of leaf area and crop yield of tomatoes gb. Hapinet and pepper cv. Atlant. It was shown that the number of leaves on plants increased under the action of IAA and kinetin, and it decreased in peppers under the treatment of GA_3, and increased in tomatoes. GA_3 increased the mass of raw material of leaves in tomatoes and peppers. In tomatoes IAA and kinetin increased this indicator, in pepper IAA decreased it, and kinetin did not change it. Kinetin increased the content of chlorophyll in leaves, GA_3 decreased it, and IAA practically did not change.

Створення можливостей та засобів регуляції онтогенезу рослинного організму є важливим завданням сучасної аграрної науки (Khan et al., 2012). Серед синтетичних регуляторів онтогенезу рослин найбільш широко застосовують стимулятори. Ці сполуки мають поліфункціональну дію і впливають на онтогенез рослин (Yang et al., 2016).

Важливими овочевими культурами є томати та перці. Вони займають чільне місце в раціоні населення. Їх плоди багаті на вітаміни, пектинові речовини, органічні кислоти. Обидві культури відносяться до лікарських рослин і використовуються у народній медицині. У зв'язку з цим, доцільним є вивчення дії стимуляторів росту на культури томатів та перців.

У вегетаційний період 2022 року дослідження проводили на рослинах томатів гібриду Хапінет та перців сорту Атлант СФГ «Бержан П.Г.» с. Горбанівка Вінницької області. Рослини обробляли за допомогою СО-12 «Marolex» стимуляторами росту ІОК, $ГК_3$ та кінетином. Площа дослідних ділянок 33 м^2, повторність п'ятикратна. Морфологічні

показники вивчали кожні 10 днів. Площу листків визначали методом висічки. Вміст суми хлорофілів визначали у сирій речовині листків спектрофотометричним методом на спектрофотометрі ULAB 102UV (Shanghai Metash Instruments Co., Китай) у п’ятиразовій повторності (Latimer, 2010). Одержані матеріали оброблені статистично та за допомогою комп’ютерної програми “STATISTICA – 6,1” (Van Emden, 2008).

За результатами наших досліджень встановлено, що стимулятори росту та розвитку рослин ІОК, $ГК_3$, кінетин зумовлювали зміни у морфогенезі і продуктивності рослин томатів гібриду Хапінет та перців сорту Атлант. Досліджено, що за дії $ГК_3$ у томатів та перців спостерігалося достовірне збільшення лінійних розмірів дослідних рослин на 48 та 19 %. При застосуванні інших препаратів висота рослин мала тенденцію до зростання.

Встановлено, що за дії ІОК та кінетину збільшувалася кількість листків на рослинах на 19-39 %. За обробки $ГК_3$ у перців кількість листків зменшувалася на 16 %, а у томатів зростала на 22 %. Стимулятори росту збільшують масу сирої речовини листків у томатів, а у перців за обробки $ГК_3$ вона збільшувалася, при застосуванні ІОК – зменшувалася, а після обробки кінетином – практично не змінювалася у порівнянні з контролем.

Важливим морфометричним показником, що суттєво впливає на продуктивність рослин є площа листкової поверхні (Ren et al., 2017). Проведеними дослідженнями встановлено, що за дії усіх трьох регуляторів відбувалося зростання площі листя.

Динаміка вмісту суми хлорофілів залежала від застосовуваного препарату. За обробки кінетином вміст фотосинтетичних пігментів достовірно зростав, після обробки ІОК – достовірно не змінювався, а за дії $ГК_3$ – достовірно знижувався в листках обох досліджуваних культур.

Оптимізація листкового апарату за дії усіх стимуляторів росту та підвищення вмісту хлорофілу за обробки цитокініновим препаратом вплинула на продуктивність культур. ІОК, $ГК_3$ і кінетин підвищували загальну урожайність плодів перців та томатів з дослідних ділянок в середньому на 11 та 12 %, 14 та 16 % і 18 та 22 %, відповідно.

Бойко А., Кавулич Я., Макар О., Романюк Н.

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ ЕКСТРАКТІВ *VIBURNUM OPULUS* L. ТА *SAMBUCUS NIGRA* L.

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

Boyko A., Kavulych Ya., Makar O., Romanyuk N. BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF EXTRACTS OF *VIBURNUM OPULUS* L.AND *SAMBUCUS NIGRA* L. The search for new plant sources of biologically active substances is one of the current issues. The aim of the work was to study the quantitative and qualitative composition of total phenols and flavonoids of the extracts *V. opulus* and *S. nigra.* It was established the largest amounts of phenols and flavonoids in *V. opulus* flowers compared to fruits and *S. nigra* flowers.

Серед завдань сучасної фармацевтичної науки і біології рослин є пошук біологічно активних речовин із противірусною дією, оскільки вірусні інфекції становлять загрозу для суспільства і поки що не існує ефективних терапевтичних засобів для їх подолання. Об’єктами дослідження було обрано рослини, які здавна використовують у народній медицині проти інфекційних захворювань – калину звичайну та бузину чорну. На даний момент повідомляють про використання екстрактів із цих рослин для лікування респіраторних бактеріальних та вірусних захворювань. Вивчення біохімічного складу різних органів *V. opulus* і *S. nigra,* на сьогодні залишається актуальним питанням.

Метою роботи було визначити загальний вміст фенолів та флавоноїдів у водних та водно-спиртових екстрактах квіток і плодів калини звичайної та квіток бузини чорної. Вміст

фенолів визначали спектрофотометрично з реактивом Фоліна-Чекольтеу, в перерахунку на галову кислоту. Вміст флавоноїдів — колориметрично у перерахунку на кверцетин (Кв). Якісний склад фенолів досліджували методом тонкошарової хроматографії (ТШХ) на пластинках із шаром силікагелю на алюмінієвій основі F_{254}. Як стандарт використовували рутин. В якості рухомої фази була суміш: бутанол – ацетатна кислота крижана – вода (v/v, 4:1:2). Після хроматографування та висушування хроматограми переглядали в УФ-світлі, λ = 254 нм, для проявлення обприскували спиртовим розчином 5%-го алюміній хлориду.

Вміст фенольних сполук у водних екстрактах квіток *V. opulus* становив 4180,0±0,2 мг-екв. гал. к-ти/100 г сух. реч., у водно-спиртових екстрактах квіток – 2983,0±0,2 мг-екв. гал. к-ти/100 г сух. реч., у водних екстрактах плодів – 1847,0±0,1 мг-екв. гал. к-ти/100 г сух. реч., у водно-спиртових екстрактах плодів – 2405±0,179 мг-екв. гал. к-ти/100 г сух. реч.. Вміст фенольних сполук у водних екстрактах суцвіть *S. nigra* становив 2140±0,01 мг-екв. гал. к-ти/100 г сух. реч., а у водно-спиртових – 3620±0,42 мг-екв. гал. к-ти/100 г сух. реч.. Таким чином, вміст фенольних сполук у квітках калини звичайної був вищим порівняно з плодами. Окрім цього, вміст фенольних сполук був вищим у квітках калини порівняно з бузиною. Вміст флавоноїдів у водно-спиртових екстрактах квіток калини звичайної становив 242,65±0,0206 мг-екв. Кв/ 100 г сух. реч.; плодів – 125,4±0,0008 мг-екв. Кв/ 100 г сух. реч.; квіток бузини чорної – 225,05±0,0897 мг-екв. Кв/ 100 г сух. речовини. Порівняльний аналіз вмісту флавоноїдів у сировині калини показав, що в квітках накопичується більше флавоноїдів, ніж у ягодах. Якщо порівнювати концентрацію флавоноїдів у квітах *V. opulus* та *S. nigra*, то кількісно вони переважають у квітках калини.

У результаті аналізу ТШХ-профілів, отриманих внаслідок хроматографування екстрактів квіток калини, ідентифіковано чотири хроматографічних зони: три жовто-зелені, дві з яких розміщені вище рутину (Rf 0,75; 0,85), а одна нижче (Rf 0,32), і одна – блакитна (Rf 0,69), розташована вище рівня зони рутину (Rf 0,55); у сировині плодів калини було ідентифіковано лише дві блакитні флуоресцентні зони – одна нижче рівня рутину (Rf 0,64), а одна вище (Rf 0,23). Таким чином, кількісний і якісний аналіз свідчить про те, що найбільша кількість загальних фенолів і флавоноїдів властива для сировини із квіток калини звичайної.

Войтків А., Кобилецька М., Базюк С.

ВПЛИВ ЗЕАТИНУ НА РОСТОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І ВМІСТ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПІГМЕНТІВ ЛОХИНИ ВИСОКОРОСЛОЇ СОРТУ *BLUEGOLD* І РОДОДЕНДРОНУ СОРТУ *CATAWBIENSE GRADIFLORUM* В УМОВАХ *IN VITRO*

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: nastia4015@gmail.com

Voitkiv A., Kobyletska M., Baziuk S. EFFECT OF ZEATIN ON THE GROWTH CHARACTERISTICS AND PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS CONTENT OF BLUEBERRY *BLUEGOLD* VARIETY AND RHODODENDRON *CATAWBIENCE GRANDIFLORUM* VARIETY UNDER *IN VITRO* CONDITIONS. Zeatin is a representative of cytokinins of natural origin and is widely used in tissue culture, but there is a need for further study of its properties and effects on shoots cultivated in vitro, as well as determination of its optimal concentration in the nutrient medium. The obtained results show that at concentrations of 0.7 and 1.2 mg/l, the largest number of shoots was observed, however, increasing the concentration of zeatin reduced the height of shoots and increased the number of vitrified shoots compared to the control variant. Also, at a zeatin concentration of 0.7 mg/l, the largest number of photosynthetic pigments was observed, however, at a concentration of 2 mg/l, their decrease was observed, which may indicate its negative effect at this concentration. The concentration of 0.7 mg/l turned out to be the most acceptable for the cultivation of highbush blueberries of the *Bluegold* variety and rhododendron of the *Catawbiense Grandiflorum* variety.

Культура тканин рослин є важливим підходом у біотехнології для культивування якісного безвірусного посадкового матеріалу. Даний метод широко застосовується для комерційного вирощування рослин, одними з яких є лохина високоросла (*Vaccinium corymbosum*), яка є цінним харчовим сортом і рододендрони (*Rhododendron spp.*) , які є декоративними рослинами.

Проте, культивування даних видів в умовах *in vitro* вимагає комплексного підходу. Покращення умов культивування та модифікація поживних середовищ є важливим етапом в покращенні характеристик культури, збільшення кількості отриманого рослинного матеріалу та підвищення економічної ефективності методу. Одним з етапів культивування є клональне розмноження, під час якого отримується основна кількість рослинного матеріалу. Важливим складником поживних середовищ при клональному розмноженні є цитокінини, які відповідають за проліферацію клітин, утворення бічних пагонів та беруть участь диференціації та поділі клітин. Однією з їх особливостей є також інгібування коренеутворення. Зеатин – представник цитокінінів природнього походження і широко використовується в культурі тканин, проте існує необхідність подальшого вивчення його властивостей і впливу на пагони, культивовані *in vitro,* а також, визначення його оптимальної концентрації в поживному середовищі.

Тому, метою даної роботи було перевірити вплив зеатину у різних концентраціях на морфологічні показники і вміст пігментів лохини Bluegold та рододендронів Catawbiense Grandiflorum. Пагони розміром 1,5-2 см завдовжки, половиною верхньої частини назовні були висаджені на середовище для клонального розмноження наступного складу: базове середовище Андерсона з 100 мг/л FeEDDHA, агар 5.0 г/л, 3% сахарози, pH 5.5. Зеатин використовували в трьох концентраціях 0,7 мг/л, 1,2 мг/л, 2мг/л, за контроль було взято середовище без додавання зеатину. Експлантати культивувалися протягом п’яти тижнів при температурі 24±1 °C у термостаті, для освітлення використовували лампи червоного й синього світла. Одержані результати свідчать, при концентраціях 0,7 та 1,2 мг/л спостерігалась найбільша кількість пагонів, проте, підвищення концентрації зеатину знижувало висоту пагонів і збільшувало кількість вітрифікованих пагонів у порівнянні з контрольним варіантом. Також, при концентрації зеатину 0,7 мг/л спостерігалась набільша кількість фотосинтетичних пігментів, проте, при концентрації 2 мг/л спостерігалось їх різке зниження, що може свідчити про його негативний вплив в даній концентрації. Концентрація 0,7 мг/л виявилась найбільш прийнятною для культивування лохини високрослої сорту Bluegold та рододендрону сорту Catawbiense Grandiflorum.

Глушач Д. В.

ВПЛИВ *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* 634B НА ЗАГАЛЬНИЙ ВМІСТ ХЛОРОФІЛІВ У ЛИСТКАХ ІЗОГЕННИХ ЗА ГЕНАМИ ФОТОПЕРІОДИЧНОЇ ЧУТЛИВОСТІ ЛІНІЙ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна
e-mail: hlushach2019pg@student.karazin.ua

Hlushach D. INFLUENCE OF *BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM* 634b ON TOTAL CONTENT CHLOROPHYLL IN LEAVES OF ISOGENIC BY PHOTOPERIODIC SENSETIVITY GENES SOYBEAN LINES. In the work determined the role of the plant genotype in the interaction “plant-microorganism” and influence it with bacterization together on total content chlorophyll in leaves of isogenic by *E*-genes soybean lines in stage development V3 and V5. So, short-day variety Clark demonstrated absence any effect under bacterization in stage V3 and V5. For another line L80-5879 in both stage development we observed significant increasing indicator under pre-inoculation. In opposite, for photoperiodic insensitivity line L63-3117, bacteriza-

tion significant increase total chlorophyll in V3 stage and decrease in V5 stage. The one more line L71-920 showed decreasing total chlorophyll in leaves in V3 and V5 stage under bacterization.

Фотосинтез – процес, що забезпечує продуктивність рослини, знаходиться у залежності від генетичної зумовленості та факторів зовнішнього середовища – освітленості, мінерального живлення, фотоперіоду, взаємодії з мікроорганізмами та ін. Забезпечується фотосинтез широким спектром пігментів, які знаходяться у світлозбиральних комплексах. Серед усіх пігментів важливе місце займають хлорофіли (Esteban et al., 2014). У сої культурної (*Glycine max* (L.) Merr.) чутливість до фотоперіоду детермінується генами *E*-серії, що впливають на ріст та розвиток рослин тим чином детермінують поширеність рослин по зонах вирощування (Roeber et al, 2022). Також у регуляції росту та розвитку рослин вагому роль відіграють рослинно-мікробні взаємодії. Найбільш активний вплив спостерігається під час взаємодії сої культурної з симбіотичними диазотрофами, які теж можуть впливати на вміст загального хлорофілу (Diagne et al, 2020). Таким чином, дослідження генетичної детермінації та впливу симбіотичних диазотрофів на загальний вміст хлорофілів є актуальними для розуміння процесів регуляції продуктивності важливої сільськогосподарської культури – сої культурної.

У якості об'єктів дослідження в роботі використовували майже ізогенні лінії (NILs) сої за генами контролю фотоперіодичної реакції, які відрізняються між собою тільки станом окремих локусів: короткоденні лінії – сорт Clark та L80-5879 (генотип відповідно – *e1E2E3E4e5E7* та *E1e2e3E4e5E7*); фотоперіодично нейтральні лінії – L63-3117 та L71-920 (генотип відповідно – *e1e2E3E4e5E7* та *e1e2e3E4e5E7*) (Tasma, 2003). Бактеризацію рослин проводили специфічним симбіотичним диазотрофом сої – штамом *Bradyrhizobium japonicum 634b*. Експерименти проводили у польових умовах, аналізуючи вміст хлорофілів в листках (за за Хольм-Веттштейном) у вегетативну фазу розвитку V3 та V5 (Wettstein, 1957). Для короткоденного сорту Clark визначена відсутність зміни загального вмісту хлорофілів у фази розвитку V3 та V5, як за бактеризації так і без неї. У короткоденної лінії L 80-5879 у фазу розвитку V3 та V5 за бактеризації встановлено істотне збільшення загального вмісту хлорофілів на 40,4 % та 38,2 % відповідно. У фотоперіодично нейтральній лінії L 63-3117 у фазу розвитку V3 за умови бактеризації показано істотне збільшення загального вмісту хлорофілів на 38,3 %, у той час як у фазу V5 – істотне зменшення на 28,7 %. Істотне зменшення за умови попередньої обробки насіння *Bradyrhizobium japonicum 634b* визначено і для фотоперіодично нечутливої лінії L 71-920 – на 58,8 % у фазу розвитку V3 та 25,2 % у фазу розвитку V5.

Отже, отримані нами данні, відображують різну реакцію рослин, що мають різний алельний стан *E*-генів. Тобто генотип ліній є фактором, який зумовлює відповідь сої культурної у формуванні пігментного апарату за взаємодії з *Bradyrhizobium japonicum 634b.*

Гнатик В., Ткачук А.

ВПЛИВ РЕТАРДАНТІВ НА ЛИСТКОВИЙ АПАРАТ ТОМАТІВ ТА КАРТОПЛІ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: vikagnatik1406@gmail.com, tkacuknasta23@gmail.com

Hnatyk V., Tkachuk A. THE INFLUENCE OF RETARDANTS ON THE LEAF APPARATUS OF TOMATOES AND POTATOES. Gibberellin inhibitors 2-CEPA, EW-250 and CCC-750 inhibited the growth of tomatoes of gb. Hapynet and potatoes of cv. Sante. The use of EW-250 was the most effective in optimizing the leaf apparatus. EW-250 the number of leaves on a plant and leaf plates on a leaf, the area of leaves, their chlorophyll content. Such changes increased the number and mass of tomato fruits and potato tubers. The effect of 2-CEPA was less effective.

Відомо, що регуляція донорно-акцепторних відносин в системі цілої рослини здійснюється через координацію фотосинтезу і ростової функції, причому будь-які зміни швидкості ростових процесів супроводжуються перебудовою фотосинтетичного апарату (Kirizij et al., 2014). Серед синтетичних регуляторів значний інтерес викликають інгібітори росту та розвитку рослин з антигібереліновим механізмом дії – ретарданти. Їх дія поліфункціональна: вони пришвидшують дозрівання, підвищують продуктивність та поліпшують якість урожаю, покращують адаптативність (Yang et al., 2016).

Важливими овочевими культурами є картопля та томати. Вони займають чільне місце в раціоні населення, тому вивчення способів оптимізації їх урожайності залишається актуальним.

У вегетаційний період 2022 року проводили дослідження в СФГ «Бержан П.Г.» с. Горбанівка Вінницької області на насадженнях томатів гібриду Хапінет та картоплі сорту Санте. Рослини обробляли інгібіторами росту 2-ХЕФК, EW-250 та ССС-750 за допомогою ранцевого оприскувача СО-12 «Marolex». Площа дослідних ділянок 33 м^2, повторність п’ятикратна. Морфологічні показники вивчали кожні 10 днів. Площу листків визначали методом висічки. Вміст суми хлорофілів визначали у сирій речовині листків спектрофотометричним методом на спектрофотометрі ULAB 102UV у п’ятиразовій повторності (Latimer, 2010). Одержані матеріали оброблені статистично та за допомогою комп’ютерної програми “Statistica – 6,1” (Van Emden, 2008).

Встановлено, що ретарданти гальмували лінійний ріст рослин томатів та картоплі. Найбільш суттєво зменшувалася висота рослин за обробки 2-ХЕФК (19 та 43%). EW-250 збільшувала кількість листків на рослині, а 2-ХЕФК зменшувала. Ретарданти збільшували кількість листкових пластинок на листку, а 2-ХЕФК зменшувала їх в рослин томатів та не змінювала у картоплі.

Важливим морфометричним показником, що суттєво впливає на продуктивність рослин є площа листкової поверхні (Yan et al., 2015). Проведеними дослідженнями встановлено, що за EW-250 зростала площа листя, а після обробки 2-ХЕФК – зменшувалася.

Усі інгібітори гібереліну збільшували вміст хлорофілів у листках. Найсуттєвіше вміст пігментів зростав за обробки EW-250, а найменше після застосування 2-ХЕФК. Оптимізація листкового апарату за дії усіх інгібіторів росту та підвищення вмісту хлорофілу за обробки вплинули на продуктивність культур.

Оптимізація структури листкового апарату за обробки EW-250 підвищувала масу сухої речовини цілої рослини в обох культур, а 2-ХЕФК – її знижувала. Одночасно за дії EW-250 збільшувалася маса сирої речовини плодів томатів на 31% та бульб картоплі – на 29%. Після застосування ССС-750 спостерігалася тенденція до зростання, а 2-ХЕФК знижувала цей показник на 11% у культури томату і на 7% у культури картоплі. Кількість плодів на рослині томатів та бульб у картоплі за обробки EW-250 зростала на 59 і 51%, а після застосування ССС-750 відповідно на 23 і 22%. 2-ХЕФК знижувала кількість господарсько цінних органів обох культур на 9 та 13%.

Жолобович І., Бойко А., Кавулич Я., Макар О., Романюк Н.

ФЕНОЛЬНІ СПОЛУКИ ЕКСТРАКТУ *CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* L.

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

Zholobovych I., Boyko A., Kavulych Ya., Makar O., Romanyuk N. PHENOLIC SUBSTANCES OF *CHAMERION ANGUSTIFOLIUM* L. EXTRACT. *Chamerion angustifolium* L. (syn. *Epilobium angustifolium*) extracts are enriched with polyphenols, have antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial and antiviral properties. The aim of the work was to determine the

quantitative content and qualitative composition of phenolic compounds in water-alcohol extracts obtained from dry John's wort. The total content of phenolic compounds in water-alcohol extracts of C. angustifolium was 14.72±0.44 mg GAE / g DW. TLC plate visualisation in UV after development with aluminum chloride revealed four distinct chromatographic zones: Rf=0.17, Rf=0.28, Rf=0.34 and Rf=0.83; and the rutin zone (Rf=0, 55) as standard. Further research will be aimed at finding the most effective way of extracting phenolic compounds while maintaining the high-quality composition of the extracts.

Одним із завдань сучасної біології рослин є пошук нових біологічно активних речовин, особливий становлять речовини із противірусними властивостями. Численні наукові публікації свідчать про противірусну активність фенольних сполук рослинного походження (Li et al., 2017; Chojnacka, 2021; Kowalczyk, 2021; Srinivasan, 2022). Екстракти *Chamerion angustifolium L. (*синонім *Epilobium angustifolium)* збагачені поліфенолами, мають антиоксидантні, протизапальні, антибактеріальні та противірусні властивості (Dreger et al., 2020; Kamkin et al., 2022).

Метою роботи було визначення кількісного вмісту та якісного складу фенольних сполук у водно-спиртових екстрактах, отриманих із сухої трави іван-чаю, *Chamerion angustifolium L.,* зібраної влітку 2022 року. Загальний вміст фенольних сполук визначали спектрофотометрично з реактивом Фоліна-Чекольтеу. Калібрувальну криву будували за галовою кислотою. Якісний склад фенольних сполук досліджували методом тонкошарової хроматографії (ТШХ) з використанням пластинок Merck із шаром оксиду алюмінію F_{254}. Як стандарт використовували рутин. Хроматографували в системі розчинників: n-бутанол : ацетатна кислота крижана : вода (v/v 4:1:2). Після хроматографування та висушування хроматограми переглядали в УФ- світлі. Додатково для проявлення використовували 5%-го алюміній хлорид.

Встановлено, що вміст фенольних сполук у водно-спиртових екстрактах *C. angustifolium* становив 14,72±0,44 мг-екв. галової кислоти / г сух. реч., що узгоджується з даними літератури (Deng et al., 2018). Перегляд ТШХ пластинки в ультрафіолетовому світлі після проявлення за допомогою алюміній хлориду, дозволив виявити чотири чітких хроматографічних зони: одна блакитна (Rf=0,17), одна жовта (Rf=0,28), розташовані нижче рівня зони рутину (Rf=0,55), одна світло-зелена (Rf=0,34) та одна блакитно-зелена (Rf=0,83) розміщена вище рівня зони рутину. Ідентифікування цих сполук — завдання наших майбутніх досліджень. Подальші дослідження також будуть спрямовані на пошук найефективнішого способу екстрагування фенольних сполук із збереженням якісного складу екстрактів.

Качмар О., Кобилецька М.

ВПЛИВ ЗАСОЛЕННЯ ТА САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ НА АКТИВНІСТЬ ОКИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ПРОРОСТКАХ РАЙГРАСУ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: kachmarolga.2017@gmail.com

Kachmar O., Kobyletska M. INFLUENCE OF SALINITY AND SALICYLIC ACID ON THE ACTIVITY OF OXIDATIVE PROCESSES IN RYEGRASS SPROUTS. The effect of salinity on plants is one of the most widespread adverse factors. It causes damage to the cell membrane, as a result of which the metabolism is disturbed. Such changes lead to an inefficient use of water by the plant, a decrease in the intensity of transpiration and a change in the content of chlorophyll in the leaves and, as a result, a change in the intensity of photosynthesis and the stimulation of the formation of reactive oxygen species (ROS), which leads to growth retardation. The concentration of ROS is influenced by phytohormones, in particular salicylic acid (SA). It

was found that SA affects the generation of ROS, and also induces an increase in the activity of antioxidant enzymes, causing intracellular changes in the antioxidant system in the plant body. It is believed that the intracellular metabolic changes in the plant organism caused by SA are important for the adaptation of plants to further stress loads.

Райграс або пажитниця багаторічна (*Lolium perenne*) – типовий представник злакових рослин. Це багаторічна трава, яку вирощують на силос і як покривну культуру. Його також вирощують як декоративну траву. Вирізняється своїм швидким укоріненням і дуже високою здатністю до відновлення. Культивують і натуралізують у всьому світі, щоб допомогти стабілізувати ґрунти та запобігти їх ерозії. Однак на родючих ґрунтах він може конкурувати з рідкісними травами і швидко поширюватись. Пилок цієї рослини використовують в якості алергену, який входить до складу препаратів імунобіологічної дії. Райграс не витримує посухи і морозів, особливо у безсніжні зими; не стійкий до затоплення (Кобів, 2004).

Нераціональний вплив людини на ґрунти часто призводить до негативних наслідків, одним з яких є засолення. Дія засолення на рослини є одним з найбільш поширених несприятливих чинників. До найнебезпечніших відносять засолення хлоридами. Йони хлору легко проникають в клітини рослин та накопичуються в них. Це викликає ураження клітинної мембрани, внаслідок чого виникають порушення в обміні речовин. Такі зміни призводять до неекономного використання води рослиною, зниження інтенсивності транспірації та зміни вмісту хлорофілу в листках та, як наслідок, зміни інтенсивності фотосинтезу (Худолєєва, 2018) і стимулювання утворення активних форм кисню (АФК), що спричинює сповільнення росту (Davenport, 2000). На концентрацію АФК впливають фітогормони, зокрема саліцилова кислота (СК). Встановлено, що СК активує генерацію АФК, а також індукує підвищення активності антиоксидантних ферментів, викликаючи внутрішньоклітинні зміни антиоксидантної системи у рослинному організмі. Вважають, що внутрішньоклітинні зміни метаболізму в рослинному організмі, викликані СК, мають важливе значення для адаптації рослин до подальших стресових навантажень (Маменко, 2014). АФК, що утворюються за участю ендогенного або екзогенного саліцилату, причетні до різноманітних захисних реакцій, важливих не лише для компетентної відповіді рослин на патогени, а й для формування стійкості до абіотичних стресорів, наприклад, сольового і теплового стресів (Колупаєв, 2010).

Метою дослідження було визначити вміст малонового диальдегіду (МДА) у рослинах райграсу за дії засолення і саліцилової кислоти та проаналізувати вплив чинника на рослинний організм. Об’єктом дослідження був райграс. Попередньо насіння замочували у воді (контроль) та розчині саліцилової кислоти (0,05 мМ) (дослід) упродовж трьох годин, потім пророщували за загальноприйнятою методикою в термостаті. На 4-ту добу проростки пересаджували в горщики з перлітом. Рослини поливали водними розчинами NaCl (0,1М; 0,22М), у контрольні варіанти вносили поживний розчин Кнопа. Морфометричні показники визначали за стандартними методами. Вміст МДА визначали спектрофотометрично. Виміри здійснювали на фазах 1-го, 2-го, 3-го і 4-го листка, у 5 дослідних групах рослин райграсу. Усі експерименти здійснювали у трикратній повторності.

У відповідь на різні стресові впливи у клітинах рослин відбувається збільшення вмісту МДА, що пов’язано з активацією вільнорадикальних реакцій. Таким чином, вміст МДА може слугувати показником активності окислювальних процесів, зумовлених кисневими радикалами (Панас, 2006). Проведені дослідження показали, що на вміст малонового диальдегіду у рослинах райграсу суттєво впливає зміна концентрації NaCl. При підвищенні вмісту хлоридів у середовищі збільшується вміст МДА. Його нагромадження свідчить про інтенсифікацію ПОЛ та порушення цілісності клітинних мембран. Найвищі показники вмісту МДА зафіксовано у групі рослин, де для замочування використовували

воду, а для поливу 0,22М NaCl. Морфометричні показники цих рослин були нижчими на всіх фазах росту щодо інших дослідних варіантів. У контрольному варіанті, для поливу якого використовували поживний розчин Кнопа, вміст МДА не зазнавав суттєвих змін на всіх фазах дослідження, а морфометричні показники пагона суттєво переважають ці показники у інших дослідних групах. Найбільшу стійкість до дії NaCl встановлено у рослинах, для замочування насіння яких використовували саліцилову кислоту, порівнюючи їх із показниками іншої дослідної групи, де використовували воду. Така закономірність спостерігається на всіх фазах росту. Морфометричні показники також були більшими у рослин в групі, де використовували СК. Одержані результати свідчать, що оксидативний стрес, спричинений зростанням концентрації МДА, внаслідок впливу NaCl, можна нейтралізувати обробкою СК. Отже, СК позитивно впливає на метаболізм рослин за умов сольового стресу, зменшуючи нагромадження МДА.

Кучірка А., Кобилецька М.

ДОСЛІДЖЕННЯ АЛЕЛОПАТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАСІННЯ ІНВАЗИВНИХ ВИДІВ РОСЛИН

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: nkuchirka1@gmail.com

Kuchirka A., Kobyletska M. STUDY OF ALLELOPATHIC PROPERTIES OF SEEDS OF INVASIVE PLANT SPECIES. Allelopathy of plants is one of the most important and characteristic forms of chemical connection and interaction of phytocenosis plants. The mutual influence of seeds of invasive and agricultural plant species on seed germination was studied; morphometric indicators of seedlings and the content of phenolic compounds in seedlings. The results of this study showed a decrease in seed germination and a decrease in the length of roots and shoots in narrow-leaved lupine (Lupinus angustifolius), seed rye (Secale cereale), oilseed rape (Brassica napus L.) under the influence of seeds of invasive plant species. However, by determining the content of phenolic compounds, the highest index was established in the seedlings of seed rye (Secale cereale). It was found that among the studied plant species, the highest content of dry matter was in the roots of the seedlings of narrow-leaved lupine (Lupinus angustifolius), while the largest mass was characterized by the seedlings of garden radish (Raphanus sativus Pers). In general, the seeds of the investigated invasive plant species were characterized by low germination and weak seedling development. To establish correct conclusions, it is necessary to repeat research.

Алелопатія рослин - одна з найважливіших і найхарактерніших форм хімічного зв'язку і взаємодії рослин фітоценозу, важливий чинник, що визначає його видовий склад, чисельність популяцій, структуру і продуктивність. Такий тип взаємодії можна помітити серед численних видів рослин, зокрема, конюшина лучна (*Trifolium pratense*), редиска городня (*Raphanus sativus* Pers.), ріпак олійний (*Brassica napus* L.), жито посівне (*Secale cereale*), люпин вузьколистий (*Lupinus angustifolius*), що відносяться до сільськогосподарських видів рослин. Водночас алелопатичний вплив властивий таким видам рослин як борщівник сосновського (*Heracleum sosnowskyi Manden.),* злинка однорічна**,** стенактис однорічний (*Stenactis annua)*, золотушник канадський (*Solidago canadensis*), які є потенційно інвазивними видами.

Проте основною проблемою алохтонних видів є здатність до експансії (розширення ареалу), вони розповсюджуються природним шляхом, або за допомогою людини, й становлять значну загрозу для флори й фауни певних екосистем, конкуруючи з автохтонними (давніми) видами за екологічні ніші, а також спричиняючи загибель місцевих видів. Спираючись на цю проблематику було проведено відповідні дослідження щодо виявлення

характеру впливу інвазивних видів рослин унаслідок виділення ними біологічно активних сполук - колінів.

Тому метою нашої роботи було довести існування хімічного взаємовпливу рослин унаслідок виділення ними фізіологічно активних речовин. Для цього було проведено низку експериментів, зокрема досліджували взаємовплив насіння інвазивних та сільськогосподарських видів рослин на схожість насіння, морфометричні показники проростків та вміст у них фенольних сполук, як біологічно активних речовин, які відіграють важливу роль в алелопатії. З метою дослідження взаємовпливу насіння інвазивних та сільськогосподарських видів рослин на схожість насіння брали два складених разом предметних скла, обгортали зволоженим дистильованою водою фільтрувальним папером і поміщали у чашки Петрі. На утворене підвищення розкладали по 10-20 насінин (у залежності від розмірів) двох видів рослин у різних комбінаціях. Варіанти досліджень були такими: борщівник + жито, борщівник + ріпак, борщівник + редиска, борщівник + люпин, борщівник + конюшина, злинка + жито, злинка + ріпак, злинка + редиска, злинка + люпин, злинка + конюшина, золотушник + жито, золотушник + ріпак, золотушник + редиска, золотушник + люпин, золотушник + конюшина. Окремо пророщували насіння кожного із досліджуваних видів (контроль) та через тиждень підраховували кількість пророслого насіння у дослідних і контрольних варіантах. Результати цього дослідження показали зниження схожості насіння і зменшення довжини коренів і пагонів проростків у люпину вузьколистого (*Lupinus angustifolius),* жита посівного *(Secale cereale),* ріпаку олійного (*Brassica napus*) під впливом насіння інвазивних видів рослин.

Проте визначенням вмісту фенольних сполук найвищий показник встановлено у проростках жита посівного *(Secale cereale*). Виявлено, що серед досліджуваних видів рослин найвищим вміст сухої речовини був у коренях проростків люпину вузьколистого (*Lupinus angustifolius*), водночас найбільшою масою характеризувались проростки редиски городньої (*Raphanus sativus*). Загалом, насіння досліджуваних інвазивних видів рослин вирізнялись низькою схожістю і слабким розвитком проростків. Причиною цього може бути вік насіння (минулорічне), оскільки у значної кількості видів рослин цієї групи насіння може бути життєздатним упродовж кількох років. Тому для встановлення коректних висновків є необхідність повторити дослідження.

Раєвська І., Щоголєв А.

ЕФЕКТИ ГЕНІВ *E* НА ПОКАЗНИКИ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ СОЇ В УМОВАХ РІЗНОЇ ТРИВАЛОСТІ ДНЯ

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
м. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна
e-mail: i.m.rayevska@karazin.ua

Raievska I., Schogolev A. EFFECTS OF *E* GENES ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF SOYBEAN UNDER DIFFERENT DAY LENGTHS. The aim of this work was to investigate the role of four maturity genes (E1 through E4) on the yield components, seed quality and on phasic development near isogenic by E genes lines of soybean (Glycine max (L.) Merr.). The results of the study showed that soybean development processes under conditions of different day lengths depend on the dominant/recessive state of the main maturity genes. In addition, the response to the photoperiod depends on certain combinations of genes.

Соя є короткоденною та теплолюбною рослиною, з цим пов’язано обмеження діапазону вирощування цієї культури та вплив на такі агрономічні характеристики як врожай, кількість та якість насіння (Zhang, 2020). У сої гени *E* відповідають за чутливість до тривалості фотоперіоду (Xia, 2012). Домінантні алелі *E1*, *E3*, та *E*4, подовжуючи перехід рослин сої до цвітіння в умовах довгого дня і прискорюють перехід до цвітіння в умовах

короткого дня, проте рецесивні алелі цих генів скорочують період переходу до цвітіння в умовах природного довгого дня (Xu, 2013).

Об'єктом досліджень були майже ізогенні за генами *E* лінії сої (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту Clark, люб'язно надані Національним центром генетичних ресурсів рослин України. У роботі були використані короткоденні лінії: сорт Clark (*e1E2E3E4)*, лінія L63-3016 (*e1E2E3e4)*, лінія L80-5879 (*E1e2e3E4)* та фотоперіодично нейтральні лінії – L63-3117 (*e1e2E3E4)*, L71-920 (*e1e2e3E4)*. Всі досліджені лінії сої не відрізнялися за станом *E5* та *E7* генів стиглості та мали наступну їх комбінацію *e5E7.* Польові дослідження проводили на дослідних ділянках кафедри фізіології та біохімії рослин і мікроорганізмів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна протягом вегетаційного періоду у 2018-2019 та 2021 роках. До фази третього справжнього листка рослини вирощували в умовах природного фотоперіоду (16 годин), потім протягом 14 діб на короткому дні (9 годин), при накриванні світлонепроникним матеріалом. Визначали наступні показники: темпи розвитку рослини; показники продукційного процесу: кількість бобів, кількість та маса зерен з рослини та маса 1000 зерен; біохімічні показники насіння: вміст вуглеводів, загального азоту та жирів. Визначення проводили за загальноприйнятими методиками (Єрмаков та ін., 1987).

Результати дослідження показали, що головні гени чутливості до тривалості світлового дня мали різний ступінь прояву в кліматичних умов вирощування Харківської області. Домінантні гени *E1*, *E2*, *E3* подовжували строки переходу рослин сої до цвітіння, і тривалість фаз після цвітіння за умов впливу довгого фотоперіоду. Домінантний алель *E4* не мав суттєвого впливу на строки цвітіння та строки проходження фаз після цвітіння. Домінантний алель гена *E1* мав подібний ефект до сумісного ефекту алелей *E2* і *E3* у строках переходу до цвітіння. Однак слід зазначити що лінія з домінантним алелем *E1* дещо скорочувала фази цвітіння та наливу насіння в умовах короткого фотоперіоду. Гени чутливості до фотоперіоду впливали на структуру врожаю. В цілому можна сказати, що домінантні алелі *E2 E3* та *E4* зменшували показники маси насіння на рослину та масу 1000 насінин за умов впливу природного довгого дня. Досліджені гени по різному впливали на біохімічний склад насіння сої. Так лінії з домінантними алелями *E1*, *E2*, *E4* мали вищий вміст крохмалю та менший вміст загального азоту у насінні за умов довгого фотоперіоду. Лінії з домінантними алелями *E1*, *E2*, *E3* вирізнялися зменшення вмісту жирів на довгому дні.

Таким чином, визначення впливу генотипу на темпи росту та показники врожаю сої може бути корисними для добору сортів сої продовольчого напрямку, адаптованих під кліматичні умови вирощування у Харківській області.

Сало Ю., Мамчур О.

АЛЕЛОПАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: yuliasalo333@gmail.com

Salo Y., Mamchur O. ALLELOPATIC PROPERTIES OF AGRICULTURAL PLANTS. Allelopathic relationships between plants, caused by the release of physiologically active substances are of great interest, because they are prerequisites for the formation of effective biocenoses. The formation of allelopathic interactions between plants continues throughout the vegetation and increases during plant aging. An allelopathically active crop can potentially be used for weed control by planting a variety with allelopathic properties, thereby reducing the rate of use of synthetic herbicides. Crops such as wheat, rye, emmer wheat, barley, buckwheat, soybean have significant allelopathic potential to control weeds, pests and diseases. Our research is planned to study allelopathic interactions between winter wheat, emmer wheat and soybean plants with the

aim of establishing their allelopathic potential under the conditions of simultaneous growth at the initial stages of ontogenesis and under the conditions of the influence of root secretions on seed germination.

Алелопатичні взаємозв’язки між рослинами, зумовлені виділенням ними фізіологічно активних речовин, які виступають як біокаталізатори, стимулюють вихід насіння інших культур зі стану спокою, затримують або прискорюють розвиток насіння, посилюють або гальмують ростові процеси і формування органів проростка становлять неабиякий інтерес, оскільки є передумовами формування ефективних біоценозів.

Дослідження механізмів таких взаємодій безпосередньо між культурними рослинами дає можливість сформувати ефективні сівозміни, а встановлення характеру алелопатичних взаємодій між культурними рослинами та бур’янами дозволяє уникнути надмірного використання гербіцидів. Формування алелопатичних взаємодій між рослинами триває впродовж усього життя рослини. Алелопатична дія кореневих виділень під час старіння рослин посилюється. Більшу токсичність мають листки рослин та їх виділення; меншу – корені та кореневі екстракти; стебла займають проміжне становище (Krumsri et al, 2020).

Алелопатично активну культуру потенційно можна використовувати для контролю забур’янення, висіваючи сорт з алелопатичними властивостями, цим самим зменшуючи норми застосування синтетичних гербіцидів (Сторчоус, 2017). Виявлено багато культур, які продукують отруйні для бур’янів речовини. Сільськогосподарські культури, такі як пшениця, жито, полба, ячмінь, гречка, соя, мають значний алелопатичний потенціал для боротьби з бур’янами, шкідниками і хворобами (Дерев’янко, 2007). Відомо, що сорти екстенсивного використання повинні мати високу алелопатичну активність, щоб створювати у посіві власний алелопатичний режим і протидіяти проникненню бур’янів. Сортам же інтенсивного використання має бути притаманна невисока алелопатична активність (Юрчак, 2000).

Тому, одним із перспективних напрямів розвитку алелопатії є скринінг-тест різних сортів і різновидів культурних рослин з метою вивчення їхнього алелопатичного потенціалу або стійкості до алелопатично активних речовин (Миколайчук, Корольова, 2021).

Нашими дослідженнями заплановано вивчення алелопатичних взаємодій між рослинами пшениці озимої, полби та сої з метою встановлення їхнього алелопатичного потенціалу за умов сумісного зростання на початкових етапах онтогенезу та за умов впливу кореневих виділень на проростання насіння.

Слюсарова А., Рогач В.

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА МОРФОГЕНЕЗ І ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: stichcherry@gmail.com

Sliusarova A., Rogach V. INFLUENCE OF GROWTH PROMOTERS ON POTATO MORPHOGENESIS AND PRODUCTIVITY. Treatment of potato plants cv. Sante GK_3 and 1-NOK increased their height, while 6-BAP decreased the height. 1-NAA, GA_3 and 6-BAP increased the number of leaves per plant and leaf blades per leaf, as well as the leaf surface area. 6-BAP increased the content of chlorophyll in leaves, GA_3 decreased it, and 1-NAA didn’t change it. Changes in the leaf apparatus of potatoes led to an increase in productivity due to the number of tubers in one clump. The most effective was the use of synthetic auxin and cytokinin.

В основі формування продуктивності сільськогосподарських культур знаходяться процеси поглинання, транспортування, перерозподілу метаболітів та засвоєння елементів

мінерального живлення. Для регуляції продукційного процесу в практиці сільського господарства використовують синтетичні регулятори росту. Серед них найбільш застосовуваними є стимулятори (Aremu et al., 2017), дія яких є аналогічною нативним фітогормонам. Вони забезпечують нормальну бутонізацію і цвітіння, посилюють коренеутворення і кущіння, покращують кількісні та якісні показники врожаю (Khalid et al., 2016).

Картопля - важлива овочева, технічна та кормова культура країни. Тому доцільним є вивчення дії стимуляторів росту на розвиток та підвищення продуктивності культури.

У вегетаційні періоди 2021-22 років дослідження проводили на насадженнях картоплі СФГ «Бержан П.Г.» с. Горбанівка Вінницької області. Рослини сорту Санте обробляли за допомогою ранцевого оприскувача СО-12 «Marolex» стимуляторами росту 1-НОК, $ГК_3$ та 6-БАП. Площа дослідних ділянок 33 $м^2$, повторність п'ятикратна. Морфологічні показники вивчали кожні 10 днів. Площу листків визначали методом висічки. Товщину стебла в середній частині вимірювали штангенциркулем. Вміст суми хлорофілів визначали у сирій речовині листків спектрофотометричним методом на спектрофотометрі ULAB 102UV (Shanghai Metash Instruments Co., Китай) у п'ятиразовій повторності (Latimer, 2010). З метою вивчення впливу регуляторів росту на продуктивність культури проведено визначення урожайності. Одержані матеріали оброблені статистично та за допомогою комп'ютерної програми "Statistica – 6,1" (Van Emden, 2008).

Досліджено, що за дії $ГК_3$ та 1-НОК спостерігалося збільшення лінійних розмірів дослідних рослин на 14 та 10 % відповідно. При застосуванні 6-БАП висота рослин зменшувалася на 11 %.

За дії 1-НОК, $ГК_3$ та 6-БАП зростала кількість листків (8, 15 та 27 %) та листкових пластинок (32, 17 та 10 %). Важливим морфометричним показником, що суттєво впливає на продуктивність сільськогосподарських культур є площа листкової поверхні (Ren et al., 2017). Проведеними нами дослідженнями встановлено, що за дії 1-НОК, $ГК_3$ та 6-БАП відбувалося зростання площі листкової поверхні у порівнянні з контролем відповідно на 68, 27 та 20 %. Одночасно препарати впливали на вміст суми хлорофілів у листках. Синтетичний аналог цитокінінів достовірно збільшував на 20 % вміст хлорофілів у листках. За дії $ГК_3$ вміст основного фотосинтетичного пігменту знижувався (25 %), а після застосування 1-НОК –практично не змінювався.

Ауксиновий, гібереліновий і цитокініновий стимулятори росту потовщували кореневі шийки та стебла картоплі відповідно на 20, 13 і 11 % та 13, 27 і 7 %.

Зростання площі асимілюючої поверхні зумовило підвищення врожаю культури. Зокрема, за дії 1-НОК кількість бульб в одному корчі картоплі зросла на 38 %, при застосування $ГК_3$ – на 17 %, а за обробки 6-БАП – на 30 %.

Сопушинська Т., Романюк Н.

ВПЛИВ БІОВУГІЛЛЯ НА МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ПШЕНИЦІ

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

Sopushynska T., Romanyuk N. THE INFLUENCE OF BIOCHAR ON THE MINERAL NUTRITION OF WHEAT PLANTS. Biochar is a material obtained by the pyrolysis of biomass. It is known that biochar enhances the fertility of acidic soils and the productivity of agricultural production in general. These properties are enabled by the highly porous structure of biochar, which helps to retain water and water-soluble nutrients in the soil. As grains and their products are the main food source worldwide, one of the most important tasks of the agricultural industry in Ukraine nowadays is a significant increase and stabilization of grain production. Therefore,

this study aims to investigate the mineral nutrition of wheat plants under the influence of biochar obtained by the pyrolysis of wood in order to justify the prospects of its use for wheat production.

Зернові культури належать до найважливіших джерел харчування людини у світі (Сухоставець, 2019). Тому, одним із найважливіших завдань агропромислового комплексу України в сучасних умовах є отримання високих і стабільних врожаїв, що можливо лише шляхом спрямованого регулювання мінерального живлення рослин з урахуванням фізіологічних закономірностей формування врожайності (Господаренко, 2002).

Біовугілля (біочар) - це матеріал, який отримують піролізом біомаси (Tomczyk et al., 2020). Висока іонообмінна здатність і значна питома поверхня біочару зменшують вимивання біогенних речовин із ґрунтового середовища, а його пориста структура сприяє створенню сприятливих умов для існування мікроорганізмів, що підвищує родючість ґрунту (Yang et al., 2016).

Біочар підвищує родючість кислих ґрунтів та продуктивність рослин загалом, забезпечує захист рослин від деяких листяних та ґрунтових хвороб. K, Ca та Mg, що мінералізовані в складі карбонату (CO_3^{2-}) біовугілля, можна використати для підлужнення ґрунтів (Бунецький та ін., 2018). Важливим є те, що внесення біочару підвищує pH ґрунту, а його висока сорбційна здатність впливає на концентрацію та вміст макро- та мікроелементів у ґрунтовому середовищі та збільшує ефективність їх засвоєння рослинами (Pidlisnyuk et al., 2021). Біовугілля, як легкий та дуже пористий матеріал, значно знижує об’ємну щільність ґрунту та покращує його водоутримну здатність (Бунецький та ін., 2018). Важливою перевагою застосування біовугілля вважають зменшення навантаження на довкілля порівняно з класичними мінеральними добривами (Saletnik et al., 2018). За даними літератури застосування різних видів біовугілля та мінеральних добрив значно покращує ріст пшениці, зокрема, ріст коренів, та загальну продуктивність (Sial et al., 2019). Позитивний вплив біовугілля стосується і пом’якшення шкідливого впливу посухи на мінеральне живлення рослин, за рахунок утримання води та поживних речовин у ґрунті, а також підтримання донорно-акцепторних співвідношень у посівах, тому внесення біовугілля в ґрунт вважають одним із найкращих способів подолання негативних наслідків посухи для пшениці (Zulfiqar et al., 2022).

Враховуючи вищенаведене, актуальним залишається питання аналізу впливу внесення біовугілля на мінеральне живлення та врожайність пшениці в умовах лісостепу України. Метою дослідження є вивчення впливу біовугілля, отриманого шляхом піролізу деревини на мінеральне живлення пшениці ярої з метою обгрунтування доцільності та перспектив його використання при вирощуванні цієї культури.

Теглівець С., Романюк Н.

ПОТЕНЦІАЛ ВИКОРИСТАННЯ БІОВУГІЛЛЯ ДЛЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ

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

The potential benefits of biochar, a form of coal produced by pyrolysis of organic materials such as agricultural and forestry waste, in improving technogenic substrate/soil quality and crop yield are under review. Specifically, the biochar’s ability to mitigate the salinity and heavy metals contamination harmful impact on plant growth is under caonsideration. Biochar increases salt leaching, facilitates retaining nutrients, adjusts pH levels, immobilizes ions, stimulates microbial activity, and improves soil structure. Nevertheless, the effectiveness of biochar in contaminated substrates varies depending on the properties of the biochar used, the type of substrate/soil, and prevailing climate conditions. According to the preliminary results of experiments in laboratory

conditions, the biochar in concentrations of 5 and 10% reduced the electrical conductivity of the technogenic substrate of the Stebnytsky tailings storage facility Polymineral, characterized by a high level of salinity and high concentrations of heavy metal salts, which indicates a decrease in the concentration of soluble salts and may mean reduced toxicity for plants.

Біовугілля (біочар) — це форма вугілля, яку отримують у наслідок піролізу органічних матеріалів, таких як сільськогосподарські відходи, відходи лісового господарства тощо. Біовугілля високопористе і здатне втримувати вологу та мінеральні поживні речовини, що робить його ефективним для покращення якості ґрунту та збільшення врожаю. З кожним роком інтерес до вивчення біовугілля як добрива зростає завдяки його здатності підвищувати продуктивність рослин, а також високому рекультиваційному потенціалу при використанні на деградованих субстратах/ґрунтах. Зокрема, доведено здатність біовугілля покращувати якість ґрунту та продуктивність сільськогосподарських культур на засолених (Luo, 2017; Lin, 2015; Drake, 2015) та забруднених важкими металами ґрунтах (Yang, 2021). Такі ґрунтові умови негативно впливають на ріст рослин унаслідок створення осмотичного стресу, іонної токсичності та дисбалансу мінерального живлення. Внесення біовугілля на ґрунтах, забруднених важкими металами, дозволяє перевести їх у нерозчинні форми за рахунок адсорбції та осадження, що зменшує їхню біодоступність. Натомість на засолених ґрунтах біовугілля пришвидшує вимивання надлишку солей із ґрунту, що зменшує негативний вплив засолення на рослини. Крім цього, з біовугіллям вносяться додаткові поживні речовини, що також позитивно впливає на ріст рослин. Вважають, що біовугілля має високий потенціал використання в перспективі сталого розвитку, що сприятиме сповільненню темпів зміни клімату. Вироблене з використанням відновлювальних джерел енергії, біовугілля стає стабільною формою Карбону, вилученою з кругообігу (Lehman, 2007). Актуальними залишаються питання оптимальної кількості внесеного біовугілля в ґрунт, а також найкращої форми його внесення для отримання максимально позитивного ефекту.

Метою нашої роботи було встановлення впливу різних доз деревного біовугілля на фізико-хімічні властивості техногенного субстрату Стебницького хвостосховища ДГХП Полімінерал, що характеризується високим рівнем засолення і концентраціями солей важких металів. За попередніми результатами експериментів, проведених у лабораторних умовах, внесення біовугілля в концентраціях 5 та 10% знижувало електропровідність субстрату, що свідчить про зменшення концентрації розчинних солей і може бути ознакою зменшення їх токсичності для рослин. Виходячи з цього, ми вважаємо перспективним вивчення потенціалу використання біовугілля для фіторемедіації Стебницького хвостосховища ДГХП Полімінерал. Залишаються актуальними питання дослідження норм внесення, а також його вплив на ріст та розвиток рослин.

Ткач К., Краснобриж В.

ВПЛИВ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ НА ВМІСТ ПІГМЕНТІВ У ЛИСТКАХ ФІЗАЛІСУ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: tkachkatiav@gmail.com, verzilla10@gmail.com

Tkach K., Krasnobryzh V. INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON PIGMENT CONTENT IN PHYSALIS LEAVES. Growth regulators GA_3 and EW-250 decreased the content of carotenoids in physalis leaves, EW-250 increased and GA_3 decreased the content of chlorophylls *a* and *b*. Both drugs increased the coefficient of decay and the coefficient of photochemical quenching of chlorophyll fluorescence, the number of Q_A-non-reducing complexes of PSII, which participate in linear electron transport.

Одним із центральних напрямів вирішення проблеми одержання високих і стабільних урожаїв у рослинництві є застосування інтенсивних біотехнологій з використанням

регуляторів росту (Yu et al., 2015). Ці сполуки часто впливають на вміст пігментів у рослинах та ефективність функціонування фотосинтетичного апарату (Saeidi-Sar et al., 2013).

Основним фотосинтетичним пігментом є хлорофіл. Збільшення його вмісту у листках є фактором підвищення чистої швидкості фотосинтезу та ЧПФ і як результат збільшення урожайності культурних рослин (Xiaotao et al., 2013).

Екзотичною, корисною, низькокалорійною, дієтичною овочевою культурою є фізаліс.

У вегетаційний період 2022 року дослідження проводили на насадженнях фізалісу сорту Жаринка на дослідних ділянках Вінницької СЮН. Рослини обробляли за допомогою ранцевого оприскувача СО-12 «Marolex» стимулятором росту $ГК_3$ та антигібереліном EW-250. Вміст хлорофілів *a, b* та каротиноїдів визначали у сирій речовині листків спектрофотометричним методом на спектрофотометрі ULAB 102UV (Shanghai Metash Instruments Co., Китай) у п’ятиразовій повторності через десять діб (Latimer, 2010). Для визначення параметрів індукції флуоресценції хлорофілу використано портативний однопроменевий флуориметр «Флоратест», розроблений Інститутом кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України. Результати отримували у вигляді кривої Каутського, яка відображає часову залежність інтенсивності флуоресценції хлорофілу (Гольцев та ін., 2016). Результати оброблені статистично та за допомогою комп’ютерної програми “Statistica – 6,1” (Van Emden, 2008).

Аналіз динаміки вмісту хлорофілу *a* у листках фізалісу свідчить, що $ГК_3$ знижувала вміст пігменту протягом вегетації, а EW-250 підвищував. Максимальний вміст основного фотосинтетичного пігменту за обробки EW-250 перевищував контрольний показник на 16,4 %, а за обробки $ГК_3$ був нижчим, ніж у контролі, на 22,2 %.

Вміст хлорофілу *b* після застосування як гібереліну, так і EW-250 зростав на початку вегетації та знижувався у її другій половині. У варіанті із застосуванням ретарданту показник був вищим, ніж у контролі, а у випадку із застосуванням гібереліну нижчим. Найвище значення вмісту хлорофілу *b* за обробки EW-250 перевищувало контроль на 20,6 %, а після дії $ГК_3$ було меншим контролю на 27,5 %.

За обробки гібереліном та EW-250 вміст каротиноїдів впродовж вегетації був нижчим, ніж у контролі. Максимальні значення цього пігменту при застосуванні $ГК_3$ на 24,8 % були меншими контрольного варіанту досліду, а за обробки EW-250 таке зниження вмісту каротиноїдів становило 23,8 %.

Результати аналізу індукції флуоресценції хлорофілу свідчать, що за обробки $ГК_3$ та EW-250 достовірно перевищував контроль коефіцієнт зниження флуоресценції хлорофілу, що корелює з посиленням інтенсивності асиміляції CO_2, та коефіцієнт фотохімічного гасіння флуоресценції хлорофілу, що характеризує частку відкритих реакційних центрів фотосистеми II. Кількість Q_A-невідновлюючих комплексів фотосистеми II, які беруть участь у лінійному транспорті електронів, за обробки препаратами зростала. За дії препаратів мала тенденцію до зростання фактична квантова ефективність фотохімії фотосистеми II – показника швидкості транспорту електронів.

Фурманець В., Рогач В.

ВПЛИВ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ НА МОРФОГЕНЕЗ І ПРОДУКТИВНІСТЬ ТОМАТІВ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: id50500732@gmail.com, rogachv@ukr.net

Furmanets V., Rogach V. INFLUENCE OF GROWTH PROMOTERS ON THE MORPHOGENESIS AND PRODUCTIVITY OF TOMATOES. Treatment of tomato plants gb. Hapinet by 1-NAA, GA_3 and 6-BAP increased the number of leaves per plant, leaflets per leaf, and leaf area. 6-BAP and 1-NAA increased the chlorophyll content in tomato leaves, while GA_3 decreased it. GA_3 increased the height of plants reliably, while only a tendency to its growth was observed under the influence of other substances. All plant growth promoters increased crop yield.

Одним із важливих напрямів вирішення проблеми одержання високих і стабільних урожаїв у світовому рослинництві є застосування інтенсивних технологій із використанням синтетичних регуляторів, серед яких чільне місце займають стимулятори росту та розвитку рослин (Aremu et al., 2017; Madzikane-Mlungwana et al., 2017).

Важливою овочевою культурою є томати. Вони займають чільне місце в раціоні населення, оскільки їх плоди багаті на вітаміни, пектинові речовини та органічні кислоти.

Дослідження проводили в 2021-2022 р.р. на насадженнях томатів СФГ «Бержан П.Г.» с. Горбанівка Вінницької області. За допомогою ранцевого оприскувача СО-12 «Marolex» рослини гібриду Хепінет обробляли стимуляторами росту 1-НОК, $ГК_3$ та 6-БАП. Площа дослідних ділянок 33 $м^2$, повторність п'ятикратна. Морфологічні показники вивчали кожні 10 днів. Площу листкової поверхні, товщину стебла в центральній частині вимірювали штангенциркулем. Вміст суми хлорофілів визначали у сирій речовині листків спектрофотометричним методом на спектрофотометрі ULAB 102UV у п'ятиразовій повторності (Latimer, 2010). З метою вивчення впливу регуляторів росту на продуктивність культури проведено визначення урожайності. Отримані матеріали опрацьовували статистично за допомогою комп'ютерної програми "STATISTICA – 6,1" (Van Emden, 2008).

За результатами наших досліджень встановлено, що стимулятори росту та розвитку рослин 1-НОК, $ГК_3$, 6-БАП зумовлювали зміни морфогенезу та продуктивності рослин томатів гібриду Хепінет. Досліджено, що за дії $ГК_3$ спостерігалося достовірне збільшення лінійних розмірів дослідних рослин на 19 %. При застосуванні інших препаратів висота рослин практично не змінювалася.

Встановлено, що за дії 1-НОК, $ГК_3$ та 6-БАП зростала кількість листків на рослині (99 %, 80 % та 60 %) та кількість листочків на листку (84 %, 66 % і 55 %). Ауксиновий стимулятор росту потоншував на 14 %, гібереліновий потовщував на 26 %, а цитокініновий практично не змінював діаметру кореневої шийки. 1-НОК та $ГК_3$ збільшували товщину стебла на 18 та 11 %, а 6-БАП не впливав на цей показник.

Важливим морфометричним показником, що суттєво впливає на продуктивність рослин є площа листкової поверхні (Ren et al., 2017). Проведеними нами дослідженнями встановлено, що за дії 1-НОК, $ГК_3$ та 6-БАП відбувалося зростання площі листкової поверхні у порівнянні з контролем відповідно на 32, 69 та 79 %. Досліджено, що 6-БАП та 1-НОК збільшували вміст хлорофілу в листках томатів на 28 та 11 %, а $ГК_3$ – знижував на 20 %.

Зростання за дії усіх регуляторів росту площі асиміляційної поверхні, кількості листків та листочків на листку зумовило підвищення продуктивності культури. Зокрема, за дії 1-НОК кількість плодів томатів на одній рослині зростала на 20 %, при застосуванні $ГК_3$ – на 33 %, а при обробці 6-БАП – на 38 %.

Отже, застосування $ГК_3$ на рослинах томатів гібриду Хепінет зумовлювало зростання висоти рослин. Усі стимулятори росту збільшували кількість листків на рослині та листочків на листку і площу листя, підвищувало урожайність культури. 6-БАП та 1-НОК збільшували вміст хлорофілів у листках.

Швандер І., Рогач В.

ВПЛИВ АНТИГІБЕРЕЛІНІВ НА МЕЗОСТРУКТУРУ ЛИСТКІВ БАКЛАЖАНІВ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: Shvander.inna@gmail.com, rogachv@ukr.net

Shvander I. INFLUENCE OF ANTIGIBERELLINS ON THE MESOSTRUCTURE OF EGGPLANT LEAVES. Treatment of eggplant plants of cv. Almaz 2-CEPA, EW-250, CCC-750 variety increased the thickness of the chlorenchyma. The volume of columnar cells and the length and width of spongy parenchyma cells increased under the influence of substances. The most significant in this case was the effect of 2-CEPA. CCC-750 and EW-250 increased the quantum efficiency of PS II. EW-250 and 2-CEPA significantly reduced the ratio of the share of reaction

centers that didn’t reduce the primary acceptor of reaction centers of the Q_A system to the share of active chlorophylls.

Пізнання закономірностей росту і розвитку рослин формує теоретичну базу для свідомого управління цими процесами. Вирішальну роль при цьому відіграють регулятори росту рослин (Jabiret al., 2017). Серед синтетичних регуляторів значний інтерес викликають інгібітори росту та розвитку рослин з антигібереліновим механізмом дії – ретарданти. Дія ретардантів є різноплановою, оскільки за їх впливу підвищується стійкість до низьких температур, посухи, засоленості, пришвидшується достигання, збільшується урожай та покращується якість продукції (Rademacher, 2016).

Надзвичайно корисною низькокалорійною дієтичною овочевою культурою є баклажани. Тому доцільним є вивчення впливу ретардантів на параметри фотосинтетичного апарату цієї культури.

У вегетаційний період 2021 року дослідження проводили на насадженнях баклажанів СФГ «Бержан П.Г.» с. Горбанівка Вінницького району. Рослини сорту Алмаз обробляли за допомогою ранцевого оприскувача ОП-2 ретардантами з різним механізмом дії: есфоном (2-ХЕФК), тебуконазолом (EW-250) та хлормекватхлоридом (ССС-750).

Мезоструктурну організацію листка вивчали під час польових досліджень у фазу початку формування плодів на фіксованому матеріалі. Для мезоструктурного аналізу відбирали листки одного віку та ярусу. Визначення розмірів клітин, окремих тканин та органів здійснювали за допомогою мікроскопа MB-130 40×-1600× LED Mono та окулярного мікрометра МОВ-1-15×. Для цього використовували часткову мацерацію тканин листка (AOAC, 2010). Для визначення параметрів індукції флуоресценції хлорофілу на 30-у добу після обробки використано портативний однопроменевий флуориметр «Флоратест», розроблений Інститутом кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України. Результати отримували у вигляді кривої Каутського, яка відображає часову залежність інтенсивності флуоресценції хлорофілу (Brayon et al., 2000; Гольцев та ін., 2016). Результати оброблені статистично та за допомогою комп’ютерної програми “Statistica – 6,1” (Van Emden, 2008).

За результатами проведених досліджень встановлено, що інгібітори росту рослин ретардантного типу суттєво впливали на мезоструктурну організацію листків рослин баклажанів сорту Алмаз та показники флуоресценції хлорофілу.

Досліджено, що обробка рослин 2-ХЕФК, EW-250, ССС-750 збільшували товщину хлоренхіми відповідно на 18, 5 та 13 %. Товщина верхнього та нижнього епідермісу достовірно зростала лише за дії 2-ХЕФК. Також встановлено зростання об’єму клітин стовпчастої паренхіми та довжини і ширини клітин губчастої паренхіми. Найбільш суттєво дані показники збільшувалися внаслідок обробки 2-ХЕФК. Вказані показники зростали відповідно на 60, 64 і 28 %. За дії EW-250 зростання становило 34, 25 та 33 %, відповідно. При застосуванні ССС-750 показники відповідно зростали на 20, 31 та 12 %.

ССС-750 підвищував квантову ефективність Фотосистеми II (22 %), а за дії EW-250 показник мав тенденцію до зростання (9 %). EW-250 та 2-ХЕФК суттєво (62 та 48 %) зменшували співвідношення частки реакційних центрів, що не відновлюють первинний акцептор реакційних центрів системи Q_A, з часткою активних хлорофілів (показник Q_B).

Шевчук О., Пацула О.

РІСТ ОГІРКІВ І ТОМАТІВ ЗА УМОВ МІКОРИЗАЦІЇ ГРИБОМ *TUBER MELANOSPORUM* ВИРОЩЕНИХ У ВІДКРИТОМУ ҐРУНТІ

Львівський національний університет імені Івана Франка
Вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна
e- mail : olga26schewthyk@ukr.net

Shevchuk O., Patsula O. GROWTH OF CUCUMBERS AND TOMATOES UNDER THE CONDITIONS OF MYCORIZATION WITH THE *TUBER MELANOSPORUM* GROWN

IN OPEN SOIL. It was show that the mycorrhization of cucumber and tomato seeds by the *T. melanosporum* stimulates the growth processes of plants at the initial stages of ontogenesis. Positive effect of mycorrhization by the *T. melsnosporum* on the increase of dry weight in cucumber and tomato leaves was established.

Останніми роками популярності набувають методи органічного вирощування сільськогосподарських рослин: з мінімумом забруднюючих речовин у ґрунті та у рослинній продукції. Способом підвищення врожайності рослин без внесення у ґрунт сторонніх забруднюючих сполук може бути їх мікоризація мікоризоутворюючими грибами. Завдяки наявності мікоризи істотно збільшується кількість доступних для рослини ресурсів – води і елементів живлення. Крім цього, мікориза підвищує стійкість і життєздатність як окремих мікотрофних рослин, так і стійкість біогеоценозу в цілому. Також мікориза бере активну участь у колообігу мінеральних речовин: сприяє біологічному вивітрюванню, розвитку ґрунтоутворювальних процесів і загалом – сприяє покращенню властивостей ґрунту.

Метою досліджень було з'ясувати перспективи застосування мікоризації з метою стимулювання росту овочевих культур. Досліджували початкові етапи росту рослин огірків та томатів вирощених у відкритому ґрунті за умов мікоризації грибом *Tuber melanosporum*. Для мікоризації *Tuber melanosporum* використовували добриво «Міковітал». Готували розведення вихідного розчину 1/10. Підготовлений розчин вносили у чашки Петрі на фільтрувальний папір. У чашки Петрі з розчином, який містив *T. melanosporum*, поміщали попередньо простерилізовані насінини огірків сорту «Ніжинський» та томатів сорту «Ріо Гранд». Чашки з мікоризованим та немікоризованим насінням залишали на 12 годин у термостаті за температури 24°С, після чого насіння висаджували у ґрунт. Ґрунт перед посівом насіння стерилізували, щоб позбутися ґрунтової мікробіоти (ґрунт не містив нематод). Для цього його прожарювали у сушильній шафі за температури 200°С упродовж 3 годин (Акулов, 2012). На 7, 14 та 28 добу проводили вимірювання ростових параметрів рослин – вимірювали довжину коренів та висоту пагонів, площу асиміляційної поверхні листкових пластинок та суху масу рослин (Романюк та ін., 2005). Отриманні результати опрацьовували статистично.

Дослідженнями встановлено позитивний вплив мікоризації *T. melanosporum* на початкові етапи росту рослин огірків і томатів вирощених у відкритому ґрунті. Як показали наші дослідження висота пагонів та довжини коренів огірків за умов мікоризації *T. melanosporum* виявлено зростання довжини коренів мікоризованих рослин на 7 добу росту, а висота пагонів зростала з 14 доби. На 28 добу росту висота пагонів та довжина коренів рослин огірків за умов мікоризації *T. melanosporum* зростала максимально – приблизно на 30 % порівняно з контрольними рослинами. Кількість бічних коренів збільшувалась починаючи з 7 доби росту рослин. Для рослин томатів за умов мікоризації *T. melanosporum* було характерним збільшення довжини коренів і пагонів на 7 добу росту. Стимулюючий ефект мікоризації для пагонів томатів був максимальним на 28 добу росту рослин. Площа листкової поверхні листків огірків, мікоризованих *T. melanosporum,* зростала уже з 14 доби. Це зростання становило приблизно 28 %. На 28 добу росту рослин огірків мікоризація забезпечила збільшення листкової поверхні на 50 %. Для рослин томатів на досліджених етапах онтогенезу зростання площі асиміляційної поверхні за умов мікоризації грибом *T. melanosporum* було аналогічним. Аналіз маси сухої речовини рослин огірків показав, що вплив мікоризації грибом *T. melanosporum* був позитивним, на 28 добу росту рослин маса сухої речовини огірків зростала приблизно на 16,5%, а томатів на 12,3 %.

Таким чином, внаслідок проведених досліджень встановили, що мікоризація грибом *T. melanosporum* насіння огірків та томатів стимулює ростові процеси рослин на початкових етапах онтогенезу. Встановлено позитивний вплив мікоризації грибом *T. melsnosporum* на збільшення сухої маси у листках огірків і томатів.

Brutskyi D.

EFFECT OF PHOTOPERIOD ON THE CONTENT OF TOTAL NITROGEN AND PROTEINS IN SOYBEAN SEEDS WITH DIFFERENT PHOTOPERIOD RESPONSE

Kharkiv National University named after V.N. Karazin
Svobody, 4, Kharkiv, 61022, Ukraine
e-mail: dmitry29bryskiy@gmail.com

The aim of the work was to investigate the influence of photoperiod duration on total nitrogen content and protein composition in isogenic lines of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) by E genes within the Clark variety. The research results show that the duration of the photoperiod has different effects on the content of total nitrogen and the composition of reserve proteins in the studied lines.

Plants respond to changes in the influence of the external environment through the processes of adaptation of their vital activity. The most important factor is the photoperiod, i.e. the length of daylight hours. Photoperiod not only controls flowering induction in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), but also affects later stages of reproductive development (Watanabe, 2012).

Soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merr.) isogenic in terms of E genes of the soybean line of the Clark variety, provided by the National Center of Plant Genetic Resources of Ukraine, were used as the research object. Short-day and photoperiodically neutral lines were used in the work. The study was conducted at the experimental site of the Department of Physiology and Biochemistry of Plants and Microorganisms of V. N. Karazin Kharkiv National University. Plants were grown under conditions of long and short photoperiod. Exposure to a short photoperiod was carried out by covering the plants with a light-proof material for 14 days from the third leaf phase. In the work, the following indicators were determined: total nitrogen and protein content according to Kjeldahl, the fractional composition of reserve proteins of seeds by gel electrophoresis in a polyacrylamide gel (Yermakov et al., 1987).

According to the results of the study, the duration of the photoperiod had no unequivocal effect on the content of total nitrogen and proteins in the seeds of the studied lines. The nitrogen content of the seeds of the Clark variety under short photoperiod conditions was 15% higher than under long day conditions, and in short day lines under natural and short photoperiod conditions the values were close. In the seeds of photoperiodically neutral lines, the content of total nitrogen and proteins was higher in the long day compared to the short day. Thus, the length of the photoperiod had different effects on the content of total nitrogen in the seeds of soybean lines isogenic for E genes. So we can assume that these indicators depend on the genotype of the plants. The electrophoretic distribution of storage proteins in soybean seeds is typical for this biological species. A small variability characterized the difference between the lines, but the level of differences was not high.

БІОЛОГІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА
BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL EDUCATION

Галятовська Ю., Прокопів А.

ЗНАЙОМСТВО З ПЕРШОЦВІТАМИ ЯК ПОЗАКЛАСНИЙ ЗАХІД

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

Galyatovska J., Prokopiv A. INTRODUCTION TO FIRST FLOWERS AS AN EXTRA-CURRICULAR ACTIVITY. A nature excursion is one of the forms of organizing the educational process, which requires the use of active learning methods. The excursion has a close logical connection with the previous and subsequent lessons, but is held in a different external and emotional environment than a regular lesson, namely: in the middle of nature. Excursions have great educational value. Without conducting appropriate excursions, the study of natural material acquires a scholastic character.

Природнича екскурсія — це одна з форм організації навчального процесу, яка потребує застосування активних методів навчання. Екскурсія має тісний логічний зв'язок з попередніми та наступними уроками, але проводиться в іншій зовнішній та емоційній обстановці, ніж звичайний урок, а саме: серед природи. Екскурсії мають велике навчально-виховне значення. Без проведення відповідних екскурсій вивчення природничого матеріалу набуває схоластичного характеру.

Позакласний захід - це організована позаурочна діяльність, яка проводиться в школі або поза школою, з метою розвитку різних компетенцій учнів, їхнього пізнавального, емоційного та соціального розвитку. Це може бути екскурсія, яка допоможе учням розвивати різні навички та вміння, які необхідні для їхнього життя та майбутньої кар'єри, такі як комунікація, співпраця, лідерство, творчість, дослідницький підхід та інші. Організація позакласних заходів може бути спрямована на досягнення певної мети, або просто на сприяння розвитку учнів у різних сферах їхнього життя.

При підготовці і розробці екскурсії для школярів слід враховувати вікову категорію учнів (діти молодшого, середнього чи старшого шкільного віку), адже від цього, значною мірою залежить методика проведення екскурсії. При цьому значну увагу слід приділити навчальним програмам з географії, завдяки яким можна сформулювати тематику екскурсії або серії екскурсій.

Під час уроку-екскурсії знайомимо учнів з першоцвітами рідного краю у природі. При проведення екскурсії вчитель враховує методичні прийоми, які є необхідними для реалізації позакласних заходів, та особливості першоцвітів. Додатково було сконцентровано увагу учнів на тому, що це все-таки урок, а не звичайна прогулянка з друзями. Для того аби учням було цікавіше на такому уроці і щоб побільше матеріалу згідно навчальної програми учні засвоїли, попередньо узагальнюємо інформацію про весняні рослини, більшу частину яких було розглянемо під час екскурсії. Підготувавши цікаві факти для учнів та легенди буде легше сконцентрувати їхню увагу і бачити їхній інтерес та заохочення до навчання в такому форматі.

Встановлено, що організація уроку-екскурсії як позакласного заходу розширила знання учнів про природу та рослинний світ. Вони дізнались більше про першоцвіти, їх різноманітність, використання та важливість для екосистеми; розвиваються навички спостереження та дослідження. Учні навчились детально розглядати квітки та знаходити

їх у природі, вивчати їх характеристики та занотовувати результати спостережень; збільшується зацікавленість учнів до природи та її охорони. Дослідження першоцвітів відкриває для учнів нові горизонти у галузі екології та природознавства та сприяє формуванню у них почуття відповідальності за навколишнє середовище. Позакласний захід став чудовою можливістю для учнів познайомитися між собою, працювати у групах, спілкуватися та ділитися знаннями та досвідом.

Гула С., Бичкова С.

ПОРІВНЯННЯ СКЛАДОВИХ ЕМОЦІЙНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УЧНІВ РІЗНОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4 м. Львів, 79005, Україна
e-mail: solomiia251@gmail.com

Hula S., Bychkova S. THE COMPARISON OF COMPONENTS OF EMOTIONAL INTELLIGENCE IN PUPILS OF DIFFERENT SCHOOL AGE. Emotional intelligence (EI) is the ability to perceive, interpret, display, control, and use emotions to communicate and relate effectively and constructively with other people. This ability to express and control emotions is important, but so is the ability to understand, interpret, and respond to the emotions of others. The study of EI in school-age pupils provides an understanding of how these abilities develop. We found that high school students mostly have higher levels of EI compared to younger pupils, but some indicators such as empathy remain at a low level.

Емоційний інтелект (ЕІ) – це вміння розуміти свої емоції та керувати ними, а також розуміти емоції інших та за потреби допомогти. Це поняття включає такі компоненти як самосвідомість або емоційна поінформованість; керування емоціями; самоконтроль або самомотивація; соціальна свідомість або емпатія; управління взаємовідносинами. Усі компоненти емоційного інтелекту взаємопов’язані між собою, тобто розуміючи і виконуючи першу складову можна зрозуміти другу, а розуміючи і виконуючи другу зрозуміти наступну і так аж до останньої п’ятої складової. Метою роботи вивчення рівня ЕІ та його складових серед учнів 8-го та 11-го класів.

Встановлено, що у 8 класі 14% учнів мають високий рівень ЕІ, 65% - середній, а 20% - низький, а в 11 класі учнів з середнім рівнем ЕІ було 40 %, з високим – 46% і 14% з низьким рівнем емоційного інтелекту. Рівень емоційної поінформованості у 8 класів 60% високий, а в 11 класі – 80%. З’ясовано, що рівень управління своїми емоціями в учнів 11 класу є вищим від учнів 8 класу на 14%. У 8-му класі переважають учні із середнім рівнем управління своїми емоціями і становлять 54% усіх учнів класу, з високим рівнем 40%, а низьким – 6%. У 11-му класі переважають учні із високим рівнем управління власними емоціями це 60%, з середнім – 34%, а з низьким рівнем учнів у випускному класі немає. Показано, що рівень самомотивації учнів 11 класу є вищим від учнів 8 класу на 11%. Рівень управління емоціями учнів 8 класу склав 7,4±0,84 балів, а в учнів 11 класу – 8,9±0,89 балів, що на 18% вищий, ніж в учнів 8 класу. Досліджено, що високий рівень емпатії в учнів 8 та 11 класів виражений слабо. У восьмикласників немає високого рівня управління емоціями інших, до середнього рівня відноситься 54%, а до низького – 46%. В одинадцятикласників 6% учнів мають високий рівень, 60% - середній, а 34% - низький.

Таким чином зроблено висновок, що у міру того як учні дорослішають зростають показники, що відображають складові емоційного інтелекту. Разом з тим виявлено, що рівень емпатії залишається низьким в обох досліджуваних когортах. Отримані дані піднімають важливу тему розуміння своїх емоцій та емоцій інших людей та важливість розвитку цих навиків у школярів.

Єзгор А., Кузьмішина І., Голуб В.

ВИДИ РОСЛИН БУР'ЯНІВ ВАРАСЬКОГО РАЙОНУ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ (РІВНЕНСЬКА ОБЛАСТЬ, УКРАЇНА)

Волинський національний університет імені Лесі Українки
проспект Волі, 13, Луцьк, Волинська область, 43025
irikuz@ukr.net

Yezhor A., Kuzmishyna I., Holub V. SPECIES OF WEED PLANTS OF THE VARASH DISTRICT'S IN THE SCHOOL COURSE OF BIOLOGY (RIVNE REGION, UKRAINE). In connection with the realities of the New Ukrainian School, the teaching principle of local history becomes a priority in teaching biology. We selected 25 species of weed plants together with program species for seasonal excursions on phytodiversity among students of the Bilskovolya Lyceum of the Varash City Council. The apophytic fraction is represented by 9 plant species (36.0%), for example, *Achillea submillefolium* L., *Chenopodium album* L., *Elymus repens* (L.) Gould, *Urtica dioica* L. There are twice as many adventitious species – 11 archaeophytes and 5 chenophytes.

Сьогодення вирізняється активною антропічною діяльністю, що призводить до знищення рослинного покриву Землі і порушує динамічну рівновагу планети. Рослинний покрив басейну р. Прип'ять, навіть в невеликих населених пунктах, теж зазнав плив антропопресії, що виявилося у збагаченні флори внаслідок вторгнення як місцевих (аборигенних), так і сторонніх (адвентивних) видів, які найчастіше натуралізуються у порушених екотопах. В Україні бур'яновим видам рослин присвячена монографія «Бур'яни України» (1970), чужорідну флору в Україні вивчають вчені під керівництвом В. В. Протопопової (Протопопова, 1973, 1989, 1991; Протопопова та ін., 2002, 2003), Р. І. Бурди (Бурда Р.І., 1991, 2001, Бурда Р.І. та ін, 2001, 2014, 2015) тощо.

Метою дослідження протягом вегетаційного періоду 2022 р. було вивчення фіторізноманіття бур'янових судинних рослин в межах с. Більська Воля та його околиць у Вараському районі Рівненської області, що використовуються при викладанні шкільного курсу біології 6 класу. За геоботанічним районуванням територія дослідження належить до Верхньоприп'ятського округу соснових, вільхових, ялинових (фрагментарно) лісів, заплавних лук та оліго-, мезо-, евтрофних боліт Поліської підпровінції хвойно-широколистяних лісів з помірним кліматом і сприятливими для розвитку рослинності умовами (Дідух, Шеляг-Сосонко, 2003). У зв'язку із реаліями Нової української школи краєзнавчий принцип викладання стає пріоритетом у навчанні біології. Нами для проведення сезонних екскурсій з фіторізноманіття серед учнів Більськовільського ліцею Вараської міської ради було обрано 25 видів бур'янових рослин разом із програмними видами (Костіков та ін., 2020). Апофітна фракція представлена 9 видами рослин (36,0 %), зокрема, *Achillea submillefolium* L., *Chenopodium album* L., *Elymus repens* (L.) Gould, *Linaria vulgaris* Mill., *Lycopus europaeus* L., *Melandrium album* Mill., *Persicaria maculosa* Gray, *Taraxacum officinale* Wigg., *Urtica dioica* L. Адвентивних видів вдвічі більше – 11 археофітів і 5 кенофітів. За походженням серед археофітів нами виділено 5 груп (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv., *Fallopia convolvulus* Á.Löve, *Senecio vulgaris* L. мають Азійське походження; *Artemisia absinthium* L., *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, *Malva neglecta* Wallr. – Ірано-туранське, *Anthemis cotula* L., *Centaurea cyanus* L., *Sonchus oleraceus* L – Середземноморське; *Erysimum cheiranthoides* L. – Південноєвразійське; *Setaria viridis* (L.) P.Beauv.) – Середземноморсько-ірано-туранське походження). Основна більшість новоприбульців мають Північно-Американське походження – *Amaranthus albus* L., *Bidens frondosa* L., *Erigeron canadensis* L., *Erigeron annuus* (L.) Pers., Південноамериканське – *Galinsoga parviflora* Cav. Нами уточнено до видів деякі родові назви шкільного підручника,

матеріал дослідження використовується для проведення занять в урочний та позаурочний час, під час екскурсій ботанічної та екологічної тематики.

Керницька В.

СПІЛКУВАННЯ ЯК ОСНОВА ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: victoria2002ker@gmail.com

Kernetska V. COMMUNICATION AS THE BASIS OF ORGANIZING PEDAGOGICAL INTERACTION. Communication is a key element of organizing pedagogical interaction. The effectiveness of the educational process and the achievement of educational goals depends on the quality of communication between the teacher and students. The article examines various aspects of communication, its impact on pedagogical interaction, and provides examples of successful use of communication in the educational process.

Спілкування є однією з основних складових педагогічної взаємодії і визначає успішність педагогічного процесу. У зв’язку з цим, вивчення та вдосконалення комунікативних навичок педагога відіграє важливу роль у досягненні позитивних результатів в роботі з учнями.

Організація педагогічної взаємодії передбачає наявність ефективного спілкування між педагогом та учнями. Педагог має забезпечити зв’язок з кожним учнем, враховуючи його індивідуальні особливості, потреби та інтереси (Коваленко, 2011).

Крім того, спілкування є ключовим елементом у взаємодії педагога з батьками учнів. Регулярний та відкритий обмін інформацією між педагогом та батьками допомагає забезпечити ефективність навчання та виховання дитини (Гончаренко, 2011).

Для ефективної організації педагогічної взаємодії необхідно також використовувати різноманітні комунікативні технології, такі як розмова, діалог, дискусія, інтерактивні методи навчання та інші. Використання різних методів спілкування дозволяє педагогу знайти оптимальний спосіб взаємодії з учнями та стимулювати їх розвиток (Антонова, 2006).

Важливою складовою розвитку спілкування в педагогічній взаємодії є використання сучасних інформаційних технологій, таких як відеоконференції, мультимедійні презентації, інтерактивні дошки тощо (Шинкаренко, 2014). Провідну роль у спілкуванні відіграють також невербальні засоби комунікації, такі як міміка, жести та інші прояви емоційного стану. Врахування цих факторів допомагає педагогу забезпечити ефективний контакт з учнями та створити атмосферу співпраці та довіри. Приміром, схилення вперед, погляд в очі та усмішка можуть допомогти показати увагу та інтерес до учня.

Заключною метою спілкування в педагогічній взаємодії є виконання основних завдань, таких як досягнення взаєморозуміння, формування довіри, побудова позитивного відношення до навчального процесу та інших учасників.

Однак, ефективність спілкування залежить від налагодженої взаємодії між педагогом та учнями, що передбачає ретельну підготовку та використання спеціальних методів комунікації (Дахніч, 2013). Серед них можна виділити індивідуальний підхід до кожного учня, вміння слухати та розуміти, створення сприятливої атмосфери для спілкування, а також використання педагогічних інструментів (наприклад, планування уроку, методи та технології навчання, оцінювання тощо) для покращення якості комунікації.

Професійний розвиток педагогів у галузі комунікаційних технологій є ключовим для забезпечення якісного навчання та виховання, що вимагає постійного вдосконалення та оновлення компетенцій у галузі спілкування. Крім того, важливо не забувати про самопізнання та самовдосконалення, що дозволяє педагогам розвивати власні комунікативні навички та забезпечує сталий рівень якості педагогічної взаємодії.

Отже, спілкування є невід'ємною складовою успішної педагогічної взаємодії, яка потребує не тільки наявності відповідних навичок і знань з комунікації, але і глибокого розуміння педагогічної ситуації, уміння слухати та вести діалог, а також здатності відкривати нові можливості співпраці з учнями та колегами. Враховуючи це, педагоги повинні прагнути постійно удосконалювати свої комунікаційні навички, щоб забезпечувати якісну та ефективну взаємодію з учнями та іншими учасниками педагогічного процесу.

Кроншталь Х., Романюк Н.

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ "КЛІТИНА" В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ БІОЛОГІЇ

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

Kronsthal H., Romanyuk N. METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE "CELL" CONCEPT DEVELOPING IN THE SECONDARY SCHOOL BIOLOGY COURSE. The methodology of teaching biology consists of a general didactic of teaching biology and special didactics of separate sections of the school biology course. The general didactic in teaching biology deals with the overall patterns of teaching living nature. Here we present the special didactics of the teaching methodology of the living cell, with the specifics of the subject content and the age of the students (conducting lessons, laboratory and practical work, excursions, extracurricular and extracurricular activities, etc.).

Поняття про клітину як структурну і функціональну одиницю життя починається ще в молодших клас на уроках природознавства і триває протягом 6-11 класів при вивченні на уроках біології і, частково, Основ здоров'я.

Перші системні уявлення про клітину формуються у 6-му класі при вивченні теми "Клітина". На лабораторних роботах учні здобувають навички роботи з мікроскопом та мікропрепаратами, вивчаючи будову листка елодеї та луски цибулі. З нашого погляду, доцільним доповненням цієї активності є розширення переліку об'єктів спостереження під мікроскопом у якості демонстрацій; це можуть бути клітини традесканції, м'якоті перцю, тощо. Ефективними методами для закріплення знань про клітину та формування системного уявлення про неї є проєктна діяльність учнів, зокрема ліплення моделі клітини з пластиліну, виготовлення аплікацій клітини.

Навчальні програми з біології для 7-го, 8-го та 9-го класів передбачають поглиблення знань про клітину, доповнюються знання про клітинний метаболізм. У 10-му класі учні вивчають основи молекулярної генетики, молекулярної біології, біотехнології, генної і клітинної інженерії, їхні досягнення та ризики, біоетичні проблеми сучасної медицини. Для цього кращим варіантом є застосування сучасних мультимедійних технологій; а також дискусій, дебатів, ділових ігор. Для закріплення і узагальнення навчального матеріалу рекомендовано використовувати опорні структурно-логічні схеми, таблиці, карти пам'яті. Приміром, опорна схема "Структурні компоненти еукаріотичної клітини" містить асоціації компонентів клітини з організмом людини чи неживою природою, запропоновані учнями та вчителями при вивченні клітини. Цей метод розвиває емоційний інтелект, викликає жвавий інтерес, гарно підходить для «Мозкового шторму» і є дуже дієвим. Традиційне його використання може бути модифіковане із залученням технічних інтерактивних засобів, як от — інтерактивної дошки, таблиць он-лайн, тощо. Дієвим методом для узагальнення інформації є складання кросвордів, анаграм, філвордів та сенканів, у цьому випадку інформація легко і просто запам'ятовується та систематизується. До наведеного переліку варто додати і позакласну навчальну діяльність учнів і вчителя, зокрема, екскурсії в Музеї науки, які віднедавна з'явилися й в Україні. Наприклад, у м. Львів можна ознайомитися

із роботою нейрона на клітинному рівні, тощо. Окрім цього, варте уваги демонстрування віртуальних моделей будови клітини, підібрані за змістом, відповідно до вікових особливостей сприйняття і навчальних цілей.

Формування цілісного, повного уявлення про будову та функціювання клітини у шкільному курсі Біології сприяє набуттю учнями необхідних компетенцій не лише у галузі природничих наук, а й інформаційно-цифрової, вміння вчитися впродовж життя, вміння спілкування у колективі, вміння творити, і є необхідним компонентом навчальних програм.

Ленько С.

ГІГІЄНІЧНА ОСВІТА ШКОЛЯРІВ МОЛОДШИХ КЛАСІВ

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

Lenko S. HYGIENE EDUCATION OF SCHOOL STUDENTS OF YOUNGER CLASSES. Maintaining proper hygiene is crucial for the health and well-being of young school children. Teaching them about hygiene practices such as hand-washing, dental care, and personal cleanliness can significantly reduce the risk of illnesses and diseases. Overall, hygiene education plays a vital role in ensuring the physical and mental health of young students, and should be prioritized in their education. The article explores the impact of factors on the hygiene of school students and the possibility of improving hygiene for young school children.

Гігієнічне виховання та навчання є спрямоване на підвищення культури учнів та профілактику захворювань, і носить загальний, комплексний і безперервний характер. Стан здоров’я визначається умовами життя школярів. Невідповідність санітарно-гігієнічним рекомендаціям умов утримання, організації та якості харчування, умов навчальної діяльності та іншого суттєво посилюють негативний вплив на формування здоров’я школярів (Маслоу, 2015).

Професійна компетентність педагога – навчити дитину дій, що приведуть до формування певних переконань щодо дотримання гігієни. Гігієнічна грамотність передбачає наявність у педагогів знань про основні групи факторів, які формують здоров’я (Ващенко, 2006).

Основними проблемами у вихованні санітарно-гігієнічної культури у дітей шкільного віку нині є медичні та соціальні проблеми, а також існуючі соціальні умови. Спостерігається погіршення стану здоров’я школярів через морфо-функціональні порушення, поширеними є передпатологічні та патологічні стани опорно-рухового апарату. Освітня діяльність нерозривно пов’язана з гігієною зору. Робота з різними електронними пристроями: планшетом, телефоном, ноутбуком може спричинити не лише порушення зору, а й постави, зміни психоневрологічного статусу тощо. (Бєлікова, 2011).

Педагог повинен мати у своєму розпорядженні відомості про анатомо-фізіологічну специфіку організму школяра, вікові нормативи, гігієнічні заходи, і відповідно застосовувати комплекси оздоровчих заходів у повсякденній педагогічній практиці, оскільки від цього залежить збереження та зміцнення здоров’я дітей. (Дубасенюк, 2013).

Програма гігієнічної підготовки передбачає послідовне розширення в учнів гігієнічних знань та навичок у галузі оздоровчого впливу фізичної культури та загартовування, гігієни розумової та фізичної праці, суспільної та особистої гігієни, попередження інфекційних захворювань, гігієни харчування, профілактики травматизму.

Повсякденний контроль за дотриманням дітьми норм і правил здоров’язберігаючої поведінки, повернення до пройденого матеріалу – обов’язкова умова ефективного закріплення гігієнічних навичок серед молодших школярів (Свириденко, 2016). Ефективним, способом навчання для молодших школярів, є організація ігрових та

змагальних форм навчання та виховання: вікторин, олімпіад, театралізованих вистав, шоу, конкурсів. (Григоренко, 2020).

Отже, завданнями гігієнічного виховання молодших школярів є виховання культури здоров'я та звичок здорового способу життя, формування системи понять, спрямованих на усвідомлення дитиною свого "Я", можливостей свого організму, залежності його здоров'я від дій, вчинків, звичок. Ці завдання реалізуються під час проведення занять, бесід, рухливих ігор, дослідницької роботи, виховних годин. Таким чином, використовуючи весь комплекс заходів розроблених та рекомендованих програмою валеології, є реальна можливість вирішити пласт проблем пов'язаних з гігієнічним вихованням. Вирішення цих важливих проблем є запорукою виховання здорового громадянина, учня, дитини.

Миронюк К., Баюрко Н.

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК ЗА УМОВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
вул. Острозького, 32, м. Вінниця, 21100, Україна
e-mail: katerinamironuk34@gmail.com

Mironyuk K., Bayurko N. FORMATION OF ECOLOGICAL COMPETENCE OF FUTURE NATURAL SCIENCE TEACHERS UNDER CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING. This article highlights the importance of developing ecological competency among science teachers for addressing environmental issues. The study recommends using interactive teaching methods, project-based learning, and computer literacy training to enhance students' ecological awareness. It is crucial to use innovative methods for effective ecological competency development in the context of distance learning.

Модернізація системи вітчизняної освіти у зв'язку із загостренням екологічної кризи актуалізує високі вимоги до професійної компетентності майбутнього фахівця. У цьому контексті особливої уваги набувають проблеми переосмислення і вдосконалення процесу формування екологічної компетентності майбутнього вчителя природничих наук як невід'ємної складової фахової підготовки. Безсумнівно, що майбутні вчителі природничих наук мають усвідомлювати важливість і необхідність забезпечення коеволюційного розвитку суспільства і природи. Саме такі цінності вони мають у подальшому транслювати своїм учням. Важливу роль у цьому процесі відіграють заклади вищої освіти.

На думку науковців (Горбачук, Даниленко, 2019), для формування екологічної компетентності майбутніх учителів природничих наук за умов дистанційного навчання ефективним є використання інтерактивних методів навчання, проєктного навчання, методів моделювання.

Результати аналізу наукових публікацій переконливо доводять важливість залучення студентів до практичної діяльності, зокрема до вивчення і розробки шляхів розв'язання екологічних проблем свого регіону, що у підсумку сприяє формуванню їхньої екологічної свідомості та компетентності (Бондаренко, 2020). Особливий інтерес для нашого дослідження становлять наукові розробки, які засвідчують ефективність формування комп'ютерної грамотності студентів та викладачів для успішної роботи в електронному середовищі навчання (Кравченко, Швед, 2021). У своїх дослідженнях науковці (Погребняк, 2021) вказують на важливість використання віртуальних екологічних лабораторій та інтерактивних вправ, що дозволяє підвищити мотивацію студентів до вивчення екології та забезпечити більш ефективне засвоєння матеріалу.

Аналіз наукових джерел і досвіду педагогічної діяльності дає можливість стверджувати, що підвищенню ефективності процесу формування екологічної компетентності майбутніх учителів природничих наук за умов дистанційного навчання

сприяють упровадження сучасних інноваційних, інформаційно-комунікаційних технологій навчання, спрямованість самостійної роботи здобувачів освіти на природоохоронну діяльність та розробка якісного навчально-методичного забезпечення освітнього процесу у закладах вищої освіти.

Завдання формування екологічної компетентності майбутніх педагогів реалізуються у процесі вивчення фахових вибіркових дисциплін. Так, у процесі викладання навчальної дисципліни «Екологія та теорія і практика екологічної освіти» застосовуються такі форми і методи навчання, як: інтерактивні лекції, онлайн дискусії, віртуальні екскурсії, екологічні проєкти. Студенти задіяні до реалізації проєкту «Ecological education of preschool and primary school children: a Europeanapproach» («Екологічна освіта дітей дошкільного та молодшого шкільного віку: європейський підхід» (проєкт EcoEdEU-101085524).

Таким чином, імплементація кращих європейських практик у національну систему освіти забезпечить підвищення якості процесу формування екологічної компетентності майбутніх вчителів за умов дистанційного навчання та інтеграцію до європейського простору вищої освіти.

Мінькач А., Назарук К.

БУЛІНГ У ШКІЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ. ПРИЧИНИ, НАСЛІДКИ ТА ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: lomonosova341@gmail.com

Minkach A., Nazaruk K. BULLYING IN THE SCHOOL ENVIRONMENT. CAUSES, CONSEQUENCES AND WAYS TO OVERCOME. Unfortunately, the school has recently become less and less safe for all participants in the mass process. Bullying is an actual problem in schools today. A phenomenon that has a number of extremely negative consequences: the mutilation (physical and psychological) of children and adults, the increase in the level of criminal aggression in school and beyond, is often the cause of adolescent suicides. The phenomenon is often the cause of teenage suicides.

Цькування – актуальна проблема шкільного сьогодення. Булінг (bulling), або цькування – вид насильства – навмисна та систематична агресивна поведінка індивіда чи групи індивідів у відношенні до іншого індивіда чи групи, що має на меті завдати шкоди фізичному та/або психологічному благополуччю, щоб утвердити свою владу, перевагу тощо (Лушпай 2010).

Наразі є різні класифікації різновидів, більшість з них не мають жодного підґрунтя, але, на щастя, виділяють такі типи булінгу: фізичний, вербальний, реляційний, кібербулінг, сексуальний булніг та упереджений булінг (Wang 2009).

Булінг крім короткострокового впливу має серйозну довгострокову дію, що проявляється і у жертв, і в кривдників, і у спостерігачів, а також загальна атмосфера в класі та школі. Наслідки є двох типів: прямі (проявляються одразу) та віддалені (проявляються через деякий час).

Зрозуміло, що найкращий метод боротьби з булінгом – недопускання цього явища загалом. І, на щастя, в сучасному світі це не так вже й складно, адже зараз є багато програм роботи психологів, які можуть проводити виховні години з дітьми. В інтернеті є багато роздруківок на тему булінгу, які можна мати в кожному класі, роздати кожній дитині. Класні керівники можуть проводити виховні години зі своїм класом. Навіть звичайна уважність та небайдужість з боку вчителя може врятувати дитину від цькування.

Ми створили власний план-конспект виховного заходу на тему «Булінг. Причини, наслідки та шляхи подолання».

Нестерцова М.

СПОСОБИ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ

Харківська гуманітарно-педагогічна академія
пров. Руставелі, 7, Харків, Харківська, Україна, 61000
nestertsovamaria@gmail.com

Nestertsova M. METHODS OF ACTIVATING THE COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS IN THE PROCESS OF STUDYING BIOLOGY. Motivation during the educational process affects students' desire to learn actively. There are many theories of formation of students' motivational activity. For a teacher, the most important thing is that students feel an inner need to learn, and here ICT is simply irreplaceable: it is the chain that connects the interests of the teacher and students. You just need to teach creative use of children's fascination with gadgets.

В практиці сучасної школи питання про мотивацію до навчання є одним із центральних. Воно викликає суперечки, має безліч підходів до розв'язання, але все рівно бажання учнів навчатися часто є недостатнім. Тож, зважаючи на нові виклики та соціальні установки, завдання сучасної освіти полягають в забезпеченні оволодіння учнями системою знань, комунікації, соціалізації, навчанню учасників освітнього процесу вчитися, стимулювати бажання вчитися, бажати і вміти розв'язувати нестандартні, складні проблеми, тобто – формувати творчу особистість (Лиса, 2019).

Доцільність активізації навчально-пізнавальної діяльності підкреслював ще в XVII ст. Ян Амос Коменський. Найбільшою педагогічною помилкою вчителів він вважав їх прагнення навчити учнів «дивитись чужими очима, «мислити» чужим розумом і пропонувати їм знання в готовому вигляді. На його думку, одна з основних задач вчителя – «всіма можливими засобами необхідно запалювати в дітей гаряче прагнення до знань і до навчання» (Горбулінська, Боднар, 2019). Якщо немає внутрішньої мотивації до навчання, то зусилля вчителя на уроці будуть марними. Тому обов'язком кожного педагога є пошук найрізноманітніших форм, методів і прийомів, які сприятимуть мотивації навчальної діяльності школярів (Грицай, Осійчук, 2022). Нам важко уявити світ без сучасних технологій. Підлітки і мобільні телефони - те саме нероздільні речі, діти навіть все частіше обирають розваги перед монітором, замість того, щоб грати на вулиці чи гуляти з родиною. Завдання, яке стоїть перед учителем, - викликати інтерес до навчання, мотивувати учнів, а тут ІКТ просто незамінні: вони є тим ланцюжком, який поєднує інтереси вчителя та учнів. Вам просто потрібно вчити творчо використовувати захоплення дітей гаджетами (Гнєзділова, 2021). Тут на допомогу можуть прийти такі додатки, як: Go-Lab, Canva, VirtuLab, Labster, learningApps, Всеосвіта, НаУрок, Padlet, Zoom, Google classroom, Moodle, FreeConferenceCall, Edmodo, iSpringOnline та інші, які стануть вашими незамінними помічниками.

Мотивація під час навчального процесу впливає на бажання учнів активно вчитися. Існує багато теорій формування мотиваційної діяльності учнів. Для вчителя головне, щоб учні відчували внутрішню потреба вчитися. Тому вчитель повинен створити відповідні умови,комфортне навколишнє середовище. Однак для створення цих умов перш за все необхідно зрозуміти, що і як впливає на формування мотивації, ознайомитися з її видами, визначити які методи слід використовувати для підвищення мотиваційної активності учнів під час навчального процесу (Гнєзділова, 2021).

Питель І.

РОЗРОБКА УРОКУ В УМОВАХ КАРАНТИНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: shpyt11042002@gmail.com

Pytel I. DEVELOPMENT OF A LESSON IN QUARANTINE CONDITIONS USING INTERACTIVE METHODS. Currently, information and communication technologies are developing extremely rapidly, therefore distance learning is becoming a global phenomenon of educational and informational culture in the education of students. Under the current conditions dictated by the COVID-19 pandemic, forced quarantine and the introduction of distance education, there is a need to highlight the available interactive methods and tools for teaching biology lessons, taking into account all the specifics of this subject.

Дистанційне навчання - індивідуалізований процес передання і засвоєння знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчання у спеціалізованому середовищі, створеному на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій («Положення про дистанційне навчання»).

Система дистанційного навчання повинна мати наступні компоненти: системне середовище дистанційного навчання з необхідними засобами для комунікації учасників дистанційного навчання, електронну базу навчальних матеріалів, віртуальні лабораторії, учасників дистанційного навчання (вчителі, учні) та технічних спеціалістів (програмісти, системні адміністратори, веб-дизайнери), інтегровану у системне середовище дистанційного навчання систему керування і обліку дистанційного навчання.

Дистанційне навчання повинно мати спосіб передачі, що базується на певному виді телекомунікації. Курс може транслюватись через телебачення, відеокасети, кіноплівку, радіо, комп’ютерні мережі чи інші пристрої, які підтримують аудіо- та відеоформат. З розширенням Інтернету і глобальних мереж учні мають можливість використовувати непослідовні та послідовні засоби зв’язку, а також обирати час, місце і темп навчання. Серед платформ для здійснення дистанційного навчання застосовуються безкоштовні та платні. Для здійснення мотивації до навчальної діяльності, вивчення необхідного навчального матеріалу у цікавій і доступній формі школярам середньої школи пропонують використовувати відповідні платформи та онлайн-інструменти. Зокрема, GIOS, LearningApps.org, Matific, Childdevelop, MozaVeb, Learning.ua, Kahhot, EDMODO, CLASSDOJO, «У класі», «Всеукраїнська школа онлайн», «Цікава наука», «Нова школа», Школа_інфо, Матема тощо. Старшокласникам для вдосконалення знань з різних навчальних предметів і підготовки їх до ЗНО пропонуються такі онлайн-інструменти та платформи, як iLearn, Prometheus, Куншт, EdEra, YouTube - канали та ін.

Застосування інтерактивних методів на уроках біології активізує сприйняття матеріалу; підвищує інтерес до уроків біології; створює умови для самореалізації особистості; розширює художній кругозір. Серед сучасних інтерактивних технологій розвитку школярів варто виділити такі такі: «Акваріум», «Гронування», «Ланцюжок», «Аукціон», «Мозковий штурм», «Коло ідей», «Навчаючи, вчуся», «Мікрофон», «Займи позицію», «Один-двоє - всі разом», «Карусель», «Дискусія», «Дерево рішень».

Отже, дистанційне навчання ставить перед педагогами нові вимоги не тільки в змістовій сфері освіти, а й у технологічній. Воно вимагає створення спеціальних навчальних матеріалів. До особливостей дистанційного навчання слід віднести його інтерактивний характер, необхідність чіткого планування у часі, інтенсивність дискусій, необхідність

участі слухачів у коригуванні структури, змісту і ефективності курсу. Завдяки існуючим перевагам організації дистанційної освіти, вона є перспективною та популярною у всіх сферах життя і діяльності людини.

Сідельник Л.

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ УЧНІВ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ

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

Sidelnyk L. FORMATION OF EKOLOGICAL CULTURE OF STUDENTS IN BIOLOGY LESSONS. The problem of forming the ecological culture of students is now more acute than ever, because it is related to the future life of humanity. The danger of mindless use of nature requires a revision of views on people's attitude to nature, poses to society and school the problem of finding ways to form an ecological culture of the personality of early childhood.

У сучасному світі екологічні проблеми впливають на всі сфери життя людей: науку та виробництво, політику та економіку, енергетику, містобудування, охорону здоров'я та освіту. Екологія є унікальним явищем в сучасній науці і складною системою взаємопов'язаних наук

Проблема бережливого ставлення до природи, охорони навколишнього середовища, поліпшення екологічної ситуації є досить актуальною для України і для всієї планети. У зв'язку з реаліями сучасного життя жодна людина не може стояти осторонь проблем довкілля, оскільки кожен із нас – частина природного світу. Ми всі залежимо від середовища яке нас оточує, а воно залежить від нас. В даний час необхідність екологічної освіти школярів не піддається сумніву. Екологічна спрямованість сучасного навчально-виховного процесу викликана цілою низкою причин. В тому числі:

- наявність загрози екологічної катастрофи, що розгортається на глобальному, національному та локальному рівнях;
- протистояння культури цивілізації та навколишнього середовища;
- необхідністю зміни взаємовідносин «людина - природа - культура».

Вирішення екологічних проблем слід шукати в галузі культури природокористування людей, у формуванні нових систем свідомості та поведінки, у зміні змісту інтересів, норм, цінностей та знань, пов'язаних із взаємодією суспільства та природи. Саме всі перелічені якості закладаються в дитинстві, тому зараз як ніколи важливо виховати покоління з стійкою екологічною позицією. Наше майбутнє залежить від стану навколишнього середовища, а для того щоб зберегти його в гармонії з людиною, нам необхідно ознайомити майбутнє покоління з екологічною культурою.

«Вважаю, - писав В. Сухомлинський, - що школа майбутнього має якнайповніше використовувати для гармонійного розвитку учня все, що дає природа й зможе зробити людина для того, щоби природа служила їй. Уже через це ми повинні берегти й відновлювати природні багатства, які ми маємо».

Згідно з сучасними вимогами, в школі уже з першого класу важливо всебічно, терпеливо, а головне кваліфіковано спрямовувати світогляд учнів на цілісність і тісний взаємозв'язок рослинного і тваринного світу між собою та компонентами і явищами неживої природи - водою, світлом, температурою, зміною пори року тощо.

Отже, екологічне виховання дітей має починатися в дошкільному віці, а в школі та позашкільному навчальному закладі бути складовою системи неперервної екологічної освіти.

Тютюнник А., Романюк Н.

ВИКЛАДАННЯ БІОЛОГІЇ В СЕРЕДНІЙ ШКОЛІ: СУЧАСНІ ВИМОГИ, СТАНДАРТИ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД

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

Tiutiunnyk A., Romanyuk N. A TEACHING BIOLOGY IN SECONDARY SCHOOL: CURRENT REQUIREMENTS, STANDARDS, AND INTERNATIONAL EXPERIENCE. A modern lesson is a lesson in which the teacher professionally teaches new knowledge for solving life problems and successful self-realization. When modeling biology lessons, it is necessary to make complex use of the positive possibilities of traditional teaching with a combination of modern interactive approaches. The use of interactive technologies in biology lessons allows us to bring them up to a qualitatively new level; raise the status of the teacher; expand the possibilities of illustration support; use different forms of learning and activities within one lesson; to effectively organize the control of students' knowledge, abilities and skills, which will contribute to the acquisition of necessary life skills.

Сучасний урок – це урок, на якому вчитель викладає новий матеріал зрозуміло й доступно. Підготувати і провести такий урок дуже непросто. Для цього треба і багато знати, й багато вміти, дуже хотіти, відповідально ставитися до своїх учительських обов'язків, а найбільше – вийти на новий рівень педагогічного мислення. Реалізація прагнення провести завтрашній урок краще від сьогоднішнього починається з підготовки, а обґрунтованість намірів визначається наслідками останньої. Метою роботи є ознайомлення із вимогами і стандартами до створення сучасних уроків біології в середній школі в Україні та інших країнах світу.

Вимоги до сучасного уроку в середній школі регламентовані численними документами, зокрема, зверненням Європейської Комісії до Європейського парламенту, Ради Європи, Європейського Економічного і Соціального Комітету, Комітету Регіонів щодо відкритої освіти, інноваційного викладання та навчання для всіх на основі нових технологій і відкритих електронних освітніх ресурсів, де зазначено важливість переформування якісної європейської освіти за допомогою технологій та відкритих освітніх ресурсів.

Принципи відкритої освіти, інноваційного викладання та навчання для всіх на основі нових технологій і відкритих електронних освітніх ресурсів з метою формування життєво необхідних компетенцій — основна тенденція розвитку сучасної методології викладання біології у школі в Україні та світі.

Застосування інтерактивних технологій навчання (ІТН) та електронних освітніх ресурсів дозволяє вивести сучасний урок біології на якісно новий рівень. Завдяки цьому підвищується статус учителя; розширюються можливості ілюстративного супроводу уроку; в межах одного уроку можна використовувати різні форми навчання та види діяльності; ефективно організовувати контроль знань, умінь та навичок учнів, що сприяє набуттю необхідних життєвих компетенцій (Сліпчук, 2021). Такі технології, впроваджені в освітній процес, надають доступ до сучасних знань, підвищують мотивацію до навчання біології, допомагають навчатися краще, розвивають творчість, уміння виконувати складні завдання, стимулюють процес пізнання. Сучасний урок біології, окрім надання базових біологічних знань, спрямований на формування таких життєвих компетенцій, як здатність до логічного мислення, зв'язного мовлення, самостійного пошуку, виокремлення та запам'ятовування важливої інформації, самоаналізу та аналізу думок інших, вміння формулювати короткі, лаконічні відповіді, спілкуватися в колективі, слухати інших, з повагою ставитися до думки однокласників, вміння товаришувати та допомагати іншим. Особливо актуальним є впровадження таких підходів у НУШ (новій українській школі).

Фуртак М.

БОТАНІКА НА ДОТИК: ІДЕЇ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ДІТЕЙ З ПОРУШЕННЯМИ ЗОРУ НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ У 6 КЛАСІ

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

Furtak M. BOTANY TO THE TOUCH: TASK IDEAS FOR VISUALLY IMPAIRED CHILDREN AT THE BIOLOGY LESSONS IN THE 6TH GRADE. Education of visually impaired children has been an important topic for a long time. It has been developing in Ukraine since the time of the Cossack Hetmanate. Today, children with visual impairments have an opportunity to study in regular schools. Therefore, it is important to create different tasks to help these kids fully understand the teaching material. At biology lessons in the 6th grade, natural materials such as leaves, strobiles and fruits, or special educational models of flowers can be used for this purpose.

Навчання дітей з вадами зору завжди потребувало особливої уваги. На території України його розвиток бере початок з часів Гетьманщини. В той час при школах сліпих юнаків навчали кобзарському мистецтву (Синьова, Федоренко, 2018). Згодом, в кінці XIX – на початку XX століття, розвитку набули спеціальні школи-інтернати для незрячих дітей. Їхніх вихованців спочатку навчали самостійно доглядати за собою та читати шрифтом Брайля, а вже потім вони опановували основні дисципліни (мову, арифметику, історію, біологію) та ремесла (Сербалюк, 2015). Здобуття незалежності України надало суттєвий поштовх до розвитку інклюзивної освіти, завдяки чому діти з порушеннями зору сьогодні можуть вільно навчатися у звичайних школах (Кобильченко, 2022). Метою цієї роботи є розробити завдання для учнів 6 класу з вадами зору, щоб забезпечити краще засвоєння ними ключових знань з ботаніки, з основ якої розпочинається вивчення шкільного курсу біології. Перевагу надано таким темам, які є важкими для сприймання школярами і, водночас, котрі найкраще можна адаптувати для вивчення дітьми з порушеннями зору.

При вивченні теми «Листок – бічний орган пагона» для пояснення зовнішньої будови листків та класифікації останніх можна використати свіжі і/або гербаризовані зразки листків з контрастним проявом ознак (наприклад, листки суниці, клена, дуба, акації, подорожника). Це здійснюється при безпосередньому ознайомленні учня з листками, які він почергово тримає в руках і сприймає на дотик. Вчитель при цьому скеровує та коментує тактильне сприйняття учня, пояснюючи відповідний матеріал і звертаючи увагу на головні особливості. Для контролю рівня засвоєння знань можна запропонувати учневі навести комплексну характеристику вибраних листків з використанням підходів усіх вивчених систем класифікації або ж розподілити листки на групи відповідно до конкретної класифікації.

Для вивчення тем, які стосуються репродуктивних структур та розмноження рослин, доцільно використовувати великі за розміром плоди, насінини або шишки (наприклад, плоди персика, лимона, огірка; плоди та насінини квасолі і місячниці; шишки сосни і ялини тощо). За допомогою них можна краще пояснити на дотик особливості будови відповідних структур і підходи до їхньої класифікації. З цією метою вчитель надає учневі згаданий природний матеріал, і, контролюючи сприйняття на дотик, пояснює його будову та особливості. Щоб оцінити засвоєння знань, на етапі контролю учню надають плід, насінину або шишку і, не називаючи їх, пропонують охарактеризувати цю структуру і її будову, та/або визначити приналежність до відповідної таксономічної групи. Знайомство з будовою квітки та її особливостями у різних груп квіткових рослин, для дітей з порушеннями зору доцільно проводити з використанням спеціальних муляжів квіток. Вони є об'ємні та мають достатньо великі розміри, що полегшує учневі їхнє сприйняття на дотик. На етапі засвоєння знань вчитель скеровує руки учня для тактильного сприйняття відповідних структур квітки, називає їх та характеризує. Такі муляжі будуть корисні і для контролю знань. Для цього перед учнем розташовують відповідну модель квітки і пропонують на дотик охарактеризувати останню.

Таким чином, ретельне розроблення завдань з використанням природних рослинних матеріалів та їхніх муляжів дають змогу дітям із вадами зору розуміти та якісно засвоювати теоретичний матеріал на уроках біології у 6 класі.

Штанько О.

ІНТЕРАКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИКЛАДАННІ БІОЛОГІЇ

Ізмаїльський державний гуманітарний університет
вул. Рєпіна,12, Ізмаїл, 68610, Україна
e-mail: idgu_pedfakultet@ukr.net

Shtanko O. INTERACTIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING BIOLOGY. Modern education needs various approaches to education to improve the quality of the educational process. Today, interactive learning technologies have firmly entered the activity system of many biology teachers. Interactive technologies can be used at any stage of the biology lesson. This allows solving several tasks at the same time, the main one of which is the formation and development of students’ competencies, etc.

Завдання, що стоять перед сучасною освітою, потребують всебічного розгляду різних підходів у навчанні для підвищення якості освітнього процесу. Сьогодні технології інтерактивного навчання міцно увійшли до системи діяльності багатьох учителів. «Інтерактивні технології – це жива нитка, що пов’язують учителя з кожним учнем та учнів між собою. За допомогою інтерактивних технологій у кожного суб’єкта навчального процесу є рівна можливість проявити свої знання, вміння та навички» (Мостіпака, 2014).

Щоб бути успішним, сучасному випускнику закладу загальної середньої освіти недостатньо просто володіти певним обсягом інформації. Вимогою часу є вміння застосовувати на практиці свої знання, будувати свої відносини з природою на основі поваги до людини та навколишнього середовища. Тому проблеми сучасної освіти та біології зокрема сьогодні невід’ємні від проблем та життя суспільства.

Інтерактивних технологій сьогодні є дуже багато. Дослідники виокремлюють такі найбільш відомі форми групової роботи: круглий стіл (дискусія, дебати); мозковий штурм (брейнсторм, мозкова атака); технології навчання в ділових та рольових іграх; case-study (аналіз конкретних ситуацій, ситуаційний аналіз); майстер клас (Півень, 2003; Сиротенко, 2004). В процесі інтерактивного навчання учасники звертаються до соціального досвіду – власного та інших людей, причому їм доводиться вступати в комунікацію один з одним, спільно розв’язувати поставлені завдання, долати конфлікти, знаходити спільні точки дотику, йти на компроміси.

Інтерактивні технології можна використовувати на будь-якому етапі уроку біології. Це дозволяє розв’язувати одночасно кілька завдань, головним з яких є становлення і розвиток компетентностей учнів. Дане навчання допомагає встановленню емоційних контактів між учнями, забезпечує виховне завдання, оскільки привчає працювати в команді, прислухатися до думки своїх товаришів, забезпечує високу мотивацію, міцність знань, творчий підхід, комунікабельність, формує активну життєву позицію, свободу самовираження, взаємоповагу та демократичність. Використання інтерактивних форм у процесі навчання, як свідчить практика, знімає нервове навантаження учнів, дає можливість змінювати форми своєї діяльності, переключати увагу на головні питання теми уроку.

При використанні інтерактивних технологій різко змінюється роль учителя, який перестає бути центральною фігурою. Він лише регулює процес і займається його спільною організацією, готує заздалегідь необхідні завдання та формулює питання або теми для обговорення в групах, дає консультації, контролює час та порядок виконання окресленого плану. Учитель повинен спілкуватися з учнями, створюючи найкращі умови для розвитку мотивації, щоб діяльність будь-якого учня мала творчий характер.

Завдяки такій роботі вчителя учні починають усвідомлювати, що відповідальність за отримання їх власних знань лежить на них самих, вони навчаються працювати в команді, у них розвивається критичне мислення, розкривається їх творчий потенціал.

Ягодинець С.

ДІАГНОСТИКА ФІЗИЧНОГО СТАНУ ШКОЛЯРІВ

Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, м. Львів, 79005, Україна
e-mail: sonyamil51@gmail.com

Yahodynets S. In modern conditions of worsening socio-economic problems, unsatisfactory ecological condition in Ukraine, timely and full-fledged physical development of schoolchildren, increasing the level of functional reserves of their organism is of great importance. In this connection, a special role is played by the use of rational movement regimes and health-oriented physical exercises that would satisfy the requirements of the educational process and correspond to the laws of physical development of schoolchildren.

Фізичне виховання являє собою систему соціально-педагогічних заходів, спрямованих на зміцнення здоров'я та загартування організму, гармонійного розвитку форм, функцій і фізичних можливостей людини, формування життєво важливих рухових навичок та вмінь.

Регулярні заняття у спортивних кружках і секціях - надійний шлях фізичного вдосконалення. Назвемо кілька видів спорту, якими можуть займатися діти молодшого шкільного віку: акробатика, спортивна і художня гімнастика, гірськолижний спорт, плавання, стрибки у воду, великий теніс, настільний теніс, фігурне катання, айкідо, хокей.

Здоров'я організму учнів зараз розглядається як інтегральний показник, що формується внаслідок дії складного комплексу взаємопов'язаних і взаємозалежних внутрішніх чинників та зовнішніх впливів. На сьогоднішній день неможливо визначити якість здоров'я дитини окремо від її соціального стану, конкретного середовища перебування та екологічних особливостей місця проживання. На розвиток організму учнів суттєвий вплив чинять так фактори, як біологічні, гігієнічні, соціально-економічні, екологічні, спадкові та інші.

Задля діагностики фізичного стану школярів було проведене опитування у Опорному закладі загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів «Шацький ліцей» Ковельського району Волинської області смт. Шацьк на основі 20 респондентів, а саме: учнів 4-10 класів, тобто віком від 10 до 17 років. Анкетування проводилося на основі 20 питань, які були викладені у 4-х блоках.

Після проведення анкетування учнів та аналізу його результатів нами було запропоновано практичні рекомендації щодо покращення фізичного стану школярів:

- формування в учнів свідомого ставлення до життя і здоров'я;
- вироблення в учнів навичок здорового способу життя;
- створення позитивного психологічного мікроклімату, який ефективно впливатиме на процес навчання, виховання та здоров'я дітей;
- у навчально-виховний процес втілювати новітні методики та програми для подальшого збереження та зміцнення здоров'я школярів;
- створення інформаційного простору з питань збереження здоров'я дітей.

На основі проведеного дослідження було виявлено основні тенденції фізичного стану школярів та було запропоновано заходи щодо покращення фізичного стану школярів, зокрема: створення позитивного психологічного мікроклімату, який ефективно впливатиме на процес навчання, виховання та здоров'я дітей; втілення у навчально-виховний процес новітніх методик та програм для подальшого збереження та зміцнення здоров'я школярів; створення інформаційного простору з питань збереження здоров'я дітей; підвищення рухової активності на заняттях шляхом впровадження фізкульт-хвилинки на уроках, а також корегуючої зарядки, ігор на перервах; посилення медико-педагогічного контролю за організацією занять з фізичної культури з урахуванням стану здоров'я дітей, фізичного розвитку та фізичної підготовленості.

АВТОРСЬКИЙ ПОКАЖЧИК
INDEX OF AUTHORS

Латиниця

A

Arciszewski M., 78

B

Babsky A., 188
Bahriichuk K., 100
Basovsk O., 23
Bedrylo A., 187
Bigus K., 116
Binda E., 103
Bonchuzhna M., 141
Borański M., 79
Boretska I., 141
Brodyak I., 47
Brutskyi D., 216
Burda T., 167
Buyun L., 40, 150, 153, 178

C

Chaban M., 47
Chala D., 42
Chernetskyy M., 80
Chrzanowska E., 81
Chumak A., 142
Chuprakova V., 130
Cwener A., 83

D

Danylo I., 143
Denisow B., 81, 82
Duban R., 101

F

Faggio C., 53
Fedorenko V., 3, 7, 101
Fedorovych D., 157
Fedosova N., 142

G

Geffard A., 45
Gnatyshyna L., 46
Goldanova T., 23
Gush N., 53
Gyrenko O., 40, 153, 178

H

Habarova S., 46
Halushka A., 141, 145
Hetmański T., 116, 185
Hnatush S., 7, 8, 141, 143, 144, 147, 148, 149, 158, 159
Honcharenko V., 3, 7, 8, 150

I

Impellitteri F., 53
Iskra R., 187

J

Jachuła J., 79, 82
Jarosiewicz A., 116

K

Kalashnikova M., 43, 48
Kamiński P., 183, 185
Kanetska A., 144
Kashuba E., 168
Khoma V., 46, 53
Komplikevych S., 143, 144, 147, 148, 149, 158, 159
Komsta Ł., 83
Kotliarova A., 189
Kotyk O., 189
Kovalevska L., 168
Koval I., 147
Kovalska L., 40, 178
Krenytska D., 43, 44, 48, 49
Kryzhychkovska D., 79
Kucharska A. Z., 47
Kurhaluk N., 40, 50, 116, 150, 153, 178, 180, 183, 185, 190, 193
Kurylenko O., 102
Kuzeliak Kh., 155
Kyrdii E., 145

L

Lechachenko S., 45, 53
Liubas N., 187
Łubek-Nguyen A., 80

M

Makhkamova D.Yu., 119
Makukh S., 146
Malysheva T., 168
Manko B.O., 188
Manko B.V., 188
Marinelli F., 103
Martyniuk V., 45, 46, 53
Maryniuk M., 153
Mashchak S., 147
Maslovska O., 143, 144, 147, 148, 149, 158, 159
Matskiv T., 45, 46
Melnyk S., 101
Melnyk V., 148

Meniv N., 141
Moravska T., 148
Moroz A., 47
Moroz O., 23, 158
Mudra O., 166
Mushii O., 167

N

Nadtoka S., 189
Nechiporenko B., 44
Nowacka-Jechalke N., 80

O

Olech M., 80
Onyskiv S., 141
Opryshko M., 40, 153, 178
Orlova-Hudim K., 45
Osmólska U., 50
Ostash B., 9, 100, 101
Ostash I., 102

P

Palos-Ladeiro M., 45
Parzych A., 119
Pazur V., 148
Peretyatko T., 145, 158
Pogorzelec M., 78
Prokopiv A., 7, 150

R

Rachkovska A., 43, 48
Rebets Y., 102
Rydzewski H., 79, 80

S

Sabadashka M., 42
Shcherbina V., 168
Shchypanskyi S., 49
Shevchuk A., 167
Simchuk S., 53
Skóra M., 79
Sobisz Z., 119
Soroka O., 149
Stasyk O. G., 166
Stasyk O. V., 166
Stepanyshyn A., 101
Stoliar O., 45, 46, 53
Strzałkowska-Abramek M., 81, 82
Sushnova A., 168
Sybirna N., 42, 47
Sydorko Y., 102
Szymczak G., 80

T

Terletska M., 187
Tiupova T., 40
Tkachenko H., 3, 7, 180, 183, 193
Tkaczenko H., 40, 50, 116, 150, 153, 178, 185, 190
Tomin V., 50, 116, 185
Topilnytska T., 156
Topilnytska A., 155
Tsupko N., 52
Tymoszuk K., 79, 82
Tyrkus M., 146

V

Velykyi V., 157
Vlasiuk Y., 157
Voitovych M., 158
Vonsovych V.-A., 102
Vorobets N., 148, 155, 156
Voznesenskaya T., 157
Vronska I., 143

W

Włodarkiewicz A., 116, 185
Wróbel-Szkolak J., 83
Wrzesień M., 82

Y

Yarmoliuk I., 159
Yavorska H., 9, 148, 155, 156, 157
Yefimenko T., 49
Yunko K., 45, 53
Yushchuk O., 101, 103

Z

Zabolotna M., 46
Zadvornyi T., 167
Zaletska V., 145
Zherebylo V., 83
Zhukrovska K., 103
Ziemichód W., 80
Zinchuk D., 143
Zvir G., 146

Кирилиця

А

Автайкіна Л., 120
Андрейко В., 24
Андріїв Р., 11
Андрійчук Т., 34
Антонюк О., 195
Апецько А., 169
Аракелян К., 160
Арістова Д., 161
Афанасьєва К., 98
Ахатова Ю., 163

Б

Бабський А., 21
Базюк С., 196, 199

Бандура Ю., 25
Бархатова А., 84
Басюк В., 121
Бачинська Б., 85
Баюрко Н., 223
Березкіна А., 108
Бєлаєва Я., 54
Бєлий Д., 197
Бичкова С., 172, 176, 177, 218
Білик Ж., 55, 65
Богдан М., 55
Боднар Л., 85, 95, 99
Боднарчук Н., 15
Бойко А., 198, 202
Бондаренко О., 56
Борецька І., 106
Брода А., 104
Бродяк І., 32
Броннікова Л., 89
Бугрин М., 26
Бура М., 11, 12, 13
Бучинська Л., 162
Буше Т., 88

В

Ведибіда О., 86
Великожон Л.Г., 90
Виноградський Б., 13
Вовканич Л., 177
Войтків А., 199
Волкотруб К., 58
Волошанська С., 113
Волощук О., 35, 38
Воробець Н., 134
Вороновська Н.-С., 105
В’юнник В., 57

Г

Гай М., 170
Гайова А., 27
Галенова Т., 39
Галиняк О., 114
Галушка А., 5, 135
Галятовська Ю., 217
Гарасим Н., 15
Гачкова Г., 26
Гембара М., 131
Генега А., 14, 17, 18, 20
Германович Д., 12
Глушач Д. В., 200
Гнатик В., 201
Гнатина О., 126
Гнатуш С., 3, 4, 5, 131, 135, 140
Голуб В., 219
Голуб Н., 85, 95
Гончаренко В., 69, 73
Гончаров Г., 127
Горбулінська С., 85, 95, 99
Горіна О., 163
Горпинченко М., 93
Град М., 87
Грицак В., 106
Грицева Н., 132
Грицишин Д., 17, 18
Громико О., 87, 96
Грубінко В., 114
Губеня Є.Р., 164
Губеня О., 160, 161, 165
Гузенко А., 13
Гузик О., 94
Гула С., 218
Гупало О., 108

Д

Данилевська М., 28
Даниленко Є., 62
Данилик Р., 104
Джура Н., 5, 106
Дика М., 20
Дикий І., 108
Довгий Р., 136
Дрекало Р., 122
Дрозд І., 110
Дубан Р., 88
Дука А., 67
Думич О., 6, 104
Дядичко В., 124
Дяків В., 104

Є

Єзгор А., 219
Єршова Н.А., 164

Ж

Жолобович І., 202
Жук М., 59
Жук Н., 171
Жукровська К.-О., 91
Жуленко В., 122

З

Заблоцька К., 107
Заіченко О., 12
Зайцева І., 89
Звір Г., 138, 139
Згонник М., 60
Зіньковський А., 108
Зятіна С., 61

І

Іккерт О., 173
Ільків М., 21
Іскра Р., 171, 175

К

Кавулич Я., 6, 198, 202
Каліновські Й., 88
Канюка О., 25
Капітанець С., 29
Катрій В.Б., 90
Катульська І., 14, 17, 20
Качмар О., 203
Керницька В., 220
Ківганов Д., 120
Кобилецька М., 3, 4, 6, 196, 199, 203, 205
Коваленко М., 169
Коваль Т., 34, 37
Козир Ю., 161
Колкова А., 62
Копильчук Г., 31
Коплик Я., 63
Король Т., 173
Котик О., 22
Котлярова А., 22
Красій М., 30
Краснобриж В., 211
Кремпа К., 123
Кроншталь Х., 221
Кругляк В., 15
Кугаївська В., 31
Кузеляк Х., 134
Кузьмішина І., 68, 219
Кулагіна П., 16
Кулачковський О., 25
Кульчицька А., 14, 17, 20
Кухарська А., 32
Куценко А., 197
Кучеров О., 124
Кучірка А., 205

Л

Лавріненко К., 64
Ла Меса М., 108
Лахнеко О., 97
Ленько С., 222
Леонтьєв Д., 57
Лесів К., 125
Луценко Д., 108
Любчикова Д., 92
Люта М., 24, 27

М

Мадяр Б., 162
Макар О., 198, 202
Малачинська Ю., 172
Мамчур З., 3, 4, 6, 105, 112
Мамчур О., 6, 207
Мандзюк Ю., 135
Марченко С., 22
Мегалінська Г., 55, 62, 65
Мельник М., 91, 135
Менів Н., 135
Мирний В., 163
Миронюк К., 223
Мінькач А., 224
Міськова О., 66
Мовчан А., 55
Моісєєва Н., 163
Монастирська С., 61
Моргун Б., 97
Моргун Б.В., 90
Мороз А., 32
Мороз О., 131, 140
Мудрик Я., 138
Музика Я., 17, 18

Н

Нагалєвська М., 29, 33
Нагорний П., 92
Назарук К., 6, 224
Ней І., 17
Ней Я., 14, 20
Некрасова К., 109
Нестерцова М., 225
Нефьодова А., 136
Нечипорук Є., 195
Николайчук І., 31
Новгородський А., 67
Новосад А., 68

О

Одінцова А., 58
Омелянчук А. В., 126
Онисько А., 93, 127
Островський Р., 69
Осьмачко О., 128

П

Павлишак Я., 77
Павлюк Н., 94
Паращак І., 110
Пасимків Б., 173
Пасічник А., 20
Пасічніченко М., 136
Пацула О., 6, 214
Пелех В., 95
Передерій Д., 174
Петрин Т., 33
Пинів М., 175
Питель І., 226
Полотнянко Л., 111
Прилуцький С., 137
Притула С., 112
Прокопів А., 4, 217

Р

Раєвська І., 206

Рассказова А., 176
Рахматіллаєва М.Б., 129
Рибчук А., 96
Римар Ю., 97
Рогач В., 208, 212, 213
Рогач Т., 195, 197
Роман І., 87
Романченко О., 70
Романюк Н., 6, 198, 202, 209, 210, 221, 228
Рудик М., 136
Рюкерт К., 88

С

Сабадашка М., 30, 36
Саварин Х., 21
Савицький О., 108
Савшак А., 113
Сало Ю., 207
Свердлов В.О., 71
Свиридова К., 98
Свищ Я., 177
Святецька В., 136
Семочко О., 11
Сенів М.М., 72
Сербін А., 34, 37
Сибіль М., 13
Сибірна Н., 24, 25, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 36
Сідельник Л., 227
Скібицька В., 65
Сківка Л., 132
Скубіш І., 99
Сливка Л.В., 90
Слюсарова А., 208
Соколов О., 35
Солдат А., 73
Сопушинська Т., 3, 5, 209
Стасюк О., 73
Степаненко А., 97
Степанишин А., 88
Стецюк В., 36
Стрелкова К., 37
Струш Х., 177
Ступак Ю., 74

Т

Тарновська А., 14, 17, 18, 20
Тарнопольська О., 22
Теглівець С., 210
Тістечок С., 96
Ткач К., 211
Ткачук А., 201
Токарський Д., 62
Трохимець В., 108
Тюпова Т., 67
Тютюнник А., 228

У

Утєвська О., 93
Утєвський С., 129

Ф

Федоренко В., 3, 5, 84, 86, 87, 88, 96
Федьків М., 177
Фурманець В., 212
Фуртак М., 229

Х

Ханик Ю., 3, 5, 6, 138

Ц

Цвілинюк О., 6, 107

Ч

Чабаненко О.О., 164
Чала Д., 25, 30, 36
Чвалюк Г., 114
Черелюк Е., 38
Чернікова К., 139

Ш

Шалай Я., 21
Шахназарян О., 75
Швандер І., 213
Шеванова А.А., 76
Шевчук З., 39
Шевчук Л., 121
Шевчук О., 214
Шидловський І., 6, 122
Шимончук Т., 140
Шпакова Н.М., 164
Штанько О., 230
Шумілін А., 165

Щ

Щебентовська О., 139
Щоголєв А., 206

Ю

Юрченко Н., 162
Ющук О., 84, 86, 88, 91

Я

Яворська Г., 6, 131, 134, 140
Ягодинець С., 231
Януль В., 115
Яремчук М., 11, 20
Яциків У., 77

Наукове видання

Молодь і поступ біології
Тези доповідей
XIX Міжнародної наукової конференції студентів і аспірантів
26–28 квітня 2023 р., м. Львів

Редактор – Л. Сідлович
Комп'ютерна верстка – В. Демчук
Відповідальний за випуск – В. Гончаренко

Youth and Progress of Biology
Abstracts
of XIX International Scientific Conference for Students and PhD Students
April 26–28, 2023, Lviv, Ukraine

Edirot – L. Sidlovych
Page proof – V. Demchuk
Responsible for the publication – V. Honcharenko

Підписано до друку 25.04.2023 р.
Формат 70x100/16. Папір офсетний.
Друк: принтер. Зам. №25/04-1.
Ум. друк. арк. 19,34.
Тираж 80 прим.

Видавництво "ГАЛИЧ-ПРЕС"
Видавець ФОП Мацько Б.В.
м. Львів, вул. Гнатюка, 17
Ел. пошта: lvivprint@ukr.net. Тел. 096-59-88-924
Свідоцтво ДК №7731 від 07.02.2023 р.

Друк ФОП Мацько Б.В.
м. Львів, вул. Гнатюка, 17
Ел. пошта: lvivprint@ukr.net. Тел. 096 59-88-924
Код ДРФО 2898910093
Виписка з ЄДР № 2010350000000170709 від 05.07.2022