Збірник матеріалів

ІІ Міжнародної науково-практичної конференції

ЄДИНИЙ СВІТ - ЄДИНЕ ЗДОРОВ'Я

3-4 червня 2025 року

Одеса
Україна

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства
Національної академії аграрних наук України, Одеса, Україна,
Поморський університет у Слупську, Слупськ, Польща,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна,
Медичний колегіум ім. Людвіга Ридигера в Бидгощі
Університету Миколи Коперника в Торуні, Польща,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», м. Кам'янець-Подільський, Україна,
Національний університет «Чернігівський колегіум»
імені Т. Г. Шевченка, Чернігів, Україна

ЄДИНИЙ СВІТ – ЄДИНЕ ЗДОРОВ'Я

Збірник матеріалів

ІІ Міжнародної науково-практичної конференції

3-4 червня 2025 року
Одеса
Україна

Institute of Climate-Smart Agriculture
of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odessa, Ukraine
Pomeranian University in Słupsk, Słupsk,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
Higher educational institution „Podillia State University„
Ludwik Rydygier Collegium Medicum in Bydgoszcz,
Nicolaus Copernicus University in Toruń, Poland
T. H. Shevchenko National University "Chernihiv Collegium", Chernihiv, Ukraine

ONE WORLD – ONE HEALTH

Proceedings of the

II International Scientific and Practical Conference

June 3-4, 2025
Odesa
Ukraine

УДК 61:63:619:004.8

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України (протокол № 13 від 16 червня 2025 року)

Конференція «Єдиний світ – єдине здоров'я» зареєстрована в Державній науковій установі «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації» (посвідчення № 347 від 27 березня 2025 року)

Єдиний світ – єдине здоров'я. Збірник матеріалів ІІ Міжнародної науково–практичної конференції, 3-4 червня 2025 року, м. Одеса, Україна. Одеса: Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, 2025. 285 с.

Збірник містить матеріали Другої міжнародної науково-практичної конференції «Один світ – одне здоров'я», яка відбулася в Інституті кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України 3-4 червня 2025 року. Конференція зібрала вчених, викладачів, докторантів, аспірантів та студентів для вирішення сучасних проблем охорони здоров'я в глобалізованому світі. Основна увага була зосереджена на проблемах охорони здоров'я, спричинених змінами навколишнього середовища, пандеміями та зростаючою урбанізацією. Учасники представили дослідження, що охоплюють медицину, ветеринарію, біологію, охорону навколишнього середовища та сільське господарство, з метою визначення інноваційних рішень для забезпечення стійких систем охорони здоров'я. Особливий акцент було зроблено на концепції «Єдине здоров'я», який підкреслює взаємозв'язок здоров'я людини, тварин та навколишнього середовища. Збірник містить статті, що представляють найновіші наукові та практичні досягнення в цій галузі, а також рекомендації щодо інтеграції міждисциплінарних стратегій для вирішення глобальних проблем охорони здоров'я.

© Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, 2025

UDC 61:63:619:004.8

Recommended for publication by the Scientific Council of the Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
(protocol № 13 dated June 16, 2025)

The conference “One World – One Health” is registered at the State scientific institution "Ukrainian Institute of Scientific and Technical Expertise and Information"
(No. 347, dated March 27, 2025)

One World – One Health. Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, 3-4 June 2025, Odessa, Ukraine. Odesa: Institute of Climate-Smart Agriculture NAAS, 2025. 285 p.

This proceedings contains the proceedings of the Second International Scientific and Practical Conference "One World – One Health", held at the Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine on 3-4 June 2025. The conference brought together scientists, educators, doctoral candidates, postgraduates and students to address contemporary health challenges in a globalised world. The focus was on the health challenges posed by environmental changes, pandemics and increasing urbanisation. Participants presented research spanning medicine, veterinary science, biology, environmental protection and agriculture, with the aim of identifying innovative solutions to ensure sustainable health systems. Particular emphasis was placed on the concept of “One Health”, which emphasises the interconnectedness of human, animal and environmental health. The collection includes papers that present the latest scientific and practical advances in the field, as well as recommendations for integrating interdisciplinary strategies to address global health challenges.

© Institute of Climate-Smart Agriculture of the
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 2025

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ ТА НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Раїса ВОЖЕГОВА – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, директор Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, Одеса, Україна

Олексій ДАНЧУК – доктор ветеринарних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, Одеса, Україна

Збігнєв ОСАДОВСЬКИЙ – доктор сільськогосподарських наук, професор, ректор Поморського університету в Слупську, Слупськ, Польща

Томаш ГЕТМАНСЬКИЙ – доктор біологічних наук, професор, директор Інституту біології, Поморський університет у Слупську, Слупськ, Польща

Галина ТКАЧЕНКО – доктор біологічних наук, професор, заступник директора Інституту біології, Поморський університет у Слупську, Слупськ, Польща

Микола ЦВІЛІХОВСЬКИЙ – доктор біологічних наук, професор, академік НААН, декан факультету ветеринарної медицини Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Олена ЖУРЕНКО – доктор ветеринарних наук, професор, завідувачка кафедри фізіології хребетних і фармакології, Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Валентина ШАРАНДАК – кандидат ветеринарних наук, координатор проекту, Департамент розвитку потенціалу Всесвітньої організації захисту тварин, Франція

Вячеслав ДАНЧУК – доктор сільськогосподарських наук, професор, Заклад вищої освіти "Подільський державний університет", м. Кам'янець-Подільський, Україна

Павло ШАРАНДАК – доктор ветеринарних наук, професор Національного університету біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Олександр ЛУКАШ – доктор біологічних наук, професор, кафедра екології, географії та природокористування Чернігівського національного університету імені Т.Г. Шевченка «Чернігівський колегіум», Чернігів, Україна

Ірина АНТОНІК – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, Одеса, Україна

THE ORGANISING AND SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE CONFERENCE

Rayisa VOZHEHOVA – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Director of the Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

Oleksii DANCHUK – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work, Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

Zbigniew OSADOWSKI – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Rector of the Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland

Tomasz HETMAŃSKI – Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland

Halina TKACZENKO – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director of Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland

Mykola TSVILIKHOVSKYI – Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Olena ZHURENKO – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of Department of Physiology of Vertebrates and Pharmacology, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Valentyna SHARANDAK – Candidate of Veterinary Sciences, Project Coordinator, Capacity Development Department, World Organisation for Animal Protection, France

Viacheslav DANCHUK – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Higher educational institution «Podillia State University», Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Pavlo SHARANDAK – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Oleksandr LUKASH – Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Ecology, Geography and Nature Management, T.H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”, Chernihiv, Ukraine

Iryna ANTONIK – Candidate of Agricultural Sciences, Associated Professor, Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

CONTENT / ЗМІСТ

PLENARY REPORTS
ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

"ONE WORLD – ONE HEALTH": AN INTERDISCIPLINARY APPROACH TO GLOBAL CHALLENGES

Vozhehova R. 15

ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES AND FUNGI IN MEDITERRANEAN ECOSYSTEMS AND EVALUATION OF THEIR POTENTIAL AS BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF INSECT PEST POPULATIONS IN FRUTICULTURE

Tarasco E. 17

PVS/IHR One Health Collaboration

Sharandak V. 18

USING RULE-BASED ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN IRRIGATION WATER QUAILITY ANALYSIS

Lykhovyd P., Vozhehova R., Hranovska L. 19

ПОШИРЕННЯ ПОЇЛМОРБІДНОЇ ПАТОЛОГІЇ У ОВЕЦЬ СХОДУ УКРАЇНИ

Шарандак П.В., Піскун В.Е. 21

БАКТЕРИЦИДНА АКТИВНІСТЬ ПОРТАТИВНОЇ УФ-СИСТЕМИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ НА ОСНОВІ СВІТЛОДІОДІВ

Леонов Ю., Верголяс М., Глива В., Балко О., Маврикін Є., Балко О., Нечипоренко С., Ісипова В. 24

EFFECTIVENESS OF PYOCINS COMPOSITION AGAINST PSEUDOMONAS AERUGINOSA STRAINS OF DIFFERENT ORIGIN

Balko O.B., Balko O.I., Avdeeva L.V. 26

МАГНІЙ ТА ТЕПЛОВИЙ СТРЕС КОРІВ

Вожегова Р.А., Данчук О.В., Данчук В.В., Журенко О.В., Журенко В.В. 31

КОГНІТИВНИЙ АНАЛІЗ У ВИРОБНИЦТВІ ЕНТОМОФАГІВ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

Чернова І.С. 32

PROMISING AREAS FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GLOBAL FOOD SYSTEMS

Kernasiuk Y., Haidenko O. 36

Секція 1. Медицина та екомедицина

Section 1. Medicine and eco-medicine

AMMONIA AS A GASOTRANSMITTER ENHANCES HAEM OXYGENASE-1 ACTIVITY

Beschasnyi S., Hasiuk O. 42

ROLE OF OXIDATIVE STRESS, ELEMENTAL IMBALANCE AND GENETIC POLYMORPHISMS IN THE PATHOGENESIS OF ANKYLOSING SPONDYLITIS

Bilski R., Kamiński P., Tkaczenko H., Stuczyński T., Kurhaluk N. 44

FROM TRANSFUSION TO TARGETED THERAPY: THE EVOLVING ROLE OF BLOOD PRODUCTS IN MODERN MEDICINE

Gradziuk M., Tkaczenko H., Kurhaluk N. 47

ENVIRONMENTAL FACTORS, GENETIC POLYMORPHISMS, AND OXIDATIVE STRESS IN THE PATHOGENESIS AND CLINICAL COURSE OF SYSTEMIC LUPUS ERYTHEMATOSUS

Kamiński P., Guzera Z., Tkaczenko H., Stuczyński T., Kurhaluk N. 54

GENE–ENVIRONMENT INTERACTIONS AND TRACE ELEMENT PROFILES IN POLYARTICULAR ARTHROPATHIES: COMPARATIVE ANALYSIS OF OSTEOARTHRITIS, RHEUMATOID ARTHRITIS, AND GOUT

Kamiński P., Ignaczak P., Kurhaluk N., Stuczyński T., Tkaczenko H. 60

NEUROBIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ALTERATIONS IN OPIOID ADDICTION: ELEMENTAL IMBALANCE, OXIDATIVE STRESS AND GENETIC POLYMORPHISMS

Kamiński P., Lorek M., Kurhaluk N., Stuczyński T., Tkaczenko H. 65

ENVIRONMENTAL AND GENETIC RISK FACTORS IN THE PATHOGENESIS OF WET AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION

Kamiński P., Brodzka S., Tkaczenko H., Stuczyński T., Kurhaluk N. 70

FEATURES OF GROWTH AND NITROGEN ASSIMILATION BY THE BIOTECHNOLOGICALLY RELEVANT COPROPHILIC SPECIES SORDARIA FIMICOLA (ROBERGE EX DESM.) CES. & DE NOT. IN CULTURE

Lytvynenko Yu., Krupodorova T., Tkachenko A. 75

ОЦІНЮВАННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ТІЛА СТУДЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОІМПЕДАНСНОГО АНАЛІЗУ

Апецько А. 80

ПРОФЕСІЙНЕ РОЗТЯГНЕННЯ АХІЛЛОВОГО СУХОЖИЛЛЯ. ПОШИРЕНІСТЬ ТА ОБІЗНАНІСТЬ СЕРЕД МОЛОДІ

Даценко К.В. 84

РІЗНОМАНІТТЯ МІКРОБНОГО СКЛАДУ БІОПЛІВОК НА НИРКОВИХ КІНЦЯХ УРЕТЕРАЛЬНИХ СТЕНТІВ

Купрієнко М.М., Янчій Р.І., Джуран Б.В., Балко О.Б., Балко О.І. 85

МОРФОЛОГІЧНА ГЕТЕРОГЕННІСТЬ БДЖОЛИНИХ МАТОК APIS MELLIFERA ЯК ІНДИКАТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ ПЛАСТИЧНОСТІ ПОРІД

Ліщук С.Г. 90

ФАКТОРИ РИЗИКУ ТА ПРОФІЛАКТИКА ФОТОДЕРМАТИТІВ, СПРИЧИНЕНИХ *HERACLEUM SOSNOWSKYI*

Нужненко Є.Ю., Чайка Ю.Г. 92

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ СУДОВОЇ ВЕТЕРИНАРІЇ

Савчук Л.Б. 94

Секція 2. Інноваційні технології охорони здоров'я рослин

Section 2. Innovative technologies for plant health

RESISTANCE OF MAIZE HYBRIDS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS TO DISEASES UNDER IRRIGATION CONDITIONS

Bugera D.O., Marchenko T.Y. 99

ADAPTIVE CAPACITY OF CORN HYBRIDS UNDER VARIOUS IRRIGATION METHODS AND MOISTURE SUPPLY

Diedukh I., Marchenko T. 102

PROTECTION OF HYBRIDS OF MAIZE GROUPS OF FAO TYPE OF AWARENESS OF OSTRINIA NUBILALIS HÜBNER FOR GREAT CULTIVATIONS

Donets A. O., Marchenko T.Y. 104

PLANT RESPONSES TO ABIOTIC STRESS: ADAPTIVE MECHANISMS AND THE ROLE OF ELEVATED CO_2 IN ENHANCING STRESS TOLERANCE

Firlong-Lauda O., Sobisz Z. 106

ANTIOXIDATIVE RESPONSES OF GLYCOPHYTES AND HALOPHYTES UNDER NATURAL SALINITY STRESS: ION INTERACTIONS AND ENZYMATIC ADAPTATION STRATEGIES

Kamiński P., Koim-Puchowska B., Puchowski P., Kurhaluk N., Stuczyński T., Tkaczenko H. 108

ENVIRONMENTAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES OF GLYCOPHYTES AND HALOPHYTES TO SOIL CHEMICAL STRESS IN THE INOWROCŁAW ECOLOGICAL THREAT REGION (POLAND)

Koim-Puchowska B., Kamiński P., Puchowski P., Kurhaluk N., Stuczyński T., Tkaczenko H. 111

FORMATION OF CHICKPEA SEED YIELD DEPENDS ON TECHNOLOGY ELEMENTS

Levchun S., Marchenko T 115

GRAIN QUALITY INDICATORS OF CORN HYBRIDS OF DIFFERENT FAO GROUPS DEPENDING ON PLANT PROTECTION SCHEMES

Likar Ya. 117

FORMATION OF CHICKPEA SEED QUALITY DEPENDS ON TECHNOLOGY ELEMENTS

Zhyhailo D., Marchenko T 120

ГОЛОНАСІННІ РЕЛІКТИ УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Антоненко В. 123

ЗНАЧЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

Білецький О. 128

Секція 3. Охорона здоров'я тварин

Section 3. Animal health protection

IMPACT OF A LANDFILL IN SŁUPSK (NORTHERN POLAND) ON THE DISTRIBUTION OF BREEDING PAIRS OF THE COMMON RAVEN *CORVUS CORAX*

Hetmański T., Świącka A. 134

ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF CAMPYLOBACTER SPP. FROM POULTRY: FROM PHENOTYPE TO GENOME

Shchur N., Shalimova L., Shevchenko M., Kovalenko G., Nedosekov V. 137

FATTENING AND MEAT QUALITIES OF ASKANIAN FINE-FLEECED SHEEP

Zaruba K.V., Antonik I.I. 140

РАЦІОНАЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АНТИБІОТИКІВ ТА ПРЕПАРАТІВ ЙОДУ ПРИ ЛІКУВАННІ КОРІВ ЗА ПІСЛЯОТЕЛЬНОГО ЕНДОМЕТРИТУ

Боднар О., Керничний С., Захарова Т. 145

ПОВЕДІНКОВІ АКТИ СОБАК ТА ЇХ КОМУНІКАТИВНЕ ЗНАЧЕННЯ

Величко В.С., Кладницька Л.В., Голодняк О.Т., Кривенко О.О. 149

АНАЛІЗ НАЙПОШИРЕНІШИХ АЕРОКОНТАКТНИХ АЛЕРГЕНІВ ПРИ СИНДРОМІ АТОПІЧНОЇ ШКІРИ КОТІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Гайдамак А.М. 152

ІМУНОЛОГІЧНІ ТА НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТРЕСУ У СОБАК

Горюк Ю., Білоконь Т. 155

ІМУНОТЕРАПІЯ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ЛІКУВАННЯ РАКУ У СОБАК

Горюк Ю., Волох Є. 157

ПОВЕДІНКОВІ АКТИ В ДРІБНИХ ТВАРИН ЗА ДІЇ СТРЕСОВИХ ЕНДОГЕННИХ ФАКТОРІВ

Кладницька Л.В., Іванова А.С., Агєєнко Д.С., Величко В.С. 159

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІОФАГІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Кременчук І., Горюк Ю. 162

ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ЯГНЯТАМ ПРОБІОТИКУ ПРИ ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Кудрик Н., Цвігун А., Яковчук В., Тимофійшин І. 165

ІНДИКАТОРИ КРОВІ У ТЕЛЯТ З БРОНХОПНЕВМОНІЄЮ ЗА УМОВ ПОСИЛЕННЯ ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСНЕННЯ

Ліщук С.Г., Ковальова О.М., Добровольський В.А. 170

САНІТАРНО-ЕПІДЕМІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ТА ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ МАСТИТІВ У КОРІВ

Придеткевич Ю.О. 172

МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЧІНКОВИХ КЛІТИН ПРИ ГОСТРОМУ ГЕПАТИТІ У ТВАРИН

Слюсар Н. 173

ФІЗІОЛОГІЯ ОДНОКАМЕРНОГО ШЛУНКУ У ТВАРИН

Слюсар Н. 175

ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНІ ЗАХОДИ ШЛУНКОВО-КИШКОВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПОРОСЯТ ПРИ ВІДЛУЧЕННІ

Смоляк В.В. 178

Секція 4. Зміна клімату та екосистеми

Section 4. Climate change and ecosystems

EFFICIENCY OF HIGH-PROTEIN SUPPLEMENT USE IN DAIRY CATTLE FEEDING UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

Prusova G.L., Tkachova I.V., Petrash V.S., Tkachov A.V., Petrash V.V. 183

ADAPTATION OF LIVESTOCK PRODUCTION TECHNOLOGIES UNDER ENVIRONMENTAL THREATS

Tkachova I.V., Tkachov A.V., Lamieiko O.V. 186

MONITORING OF BACTERIAL ECOSYSTEM ON POLYETHYLENE TEREPHTHALATE

Tkachuk N.V., Zelena L.B., Novikov Ya.Ye. 191

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПОШКОДЖЕННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ОСНОВНИМИ ХВОРОБАМИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ КОЛИВАНЬ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ ОДЕЩИНИ

Власенко С.В. 193

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ТРАНСФЕР СЕЛЕКЦІЙНИХ ІННОВАЦІЙ СІЛЬГОСПКУЛЬТУР В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Єгоров Д.К., Єгорова Н.Ю., Реліна Л.І., Бордун М.Д. 198

ВПЛИВ ФІТОПЛАЗМОВОЇ ІНФЕКЦІЇ НА ВМІСТ АМІНОКИСЛОТ У РОСЛИНАХ *MEDICAGO SATIVA* У СТАНДАРТНОМУ І ЗАСОЛЕНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ВИРОЩУВАННЯ

Коробкова К.С. 202

ВПЛИВ ОЗОНУ, ЯК СТРЕС-ФАКТОРУ НА ПОЧАТКОВИХ ЕТАПАХ ОРГАНОГЕНЕЗУ РОСЛИН ПОМІДОРА

Косенко Н.П., Книш В.І., Кокойко В.В., Шабля О.С. 205

ЗМІНА КЛІМАТУ ТА ЕКОСИСТЕМИ

Космина Л.І. 208

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ЯКІСТЬ МОЛОКА КОРІВ

Петраш В.В. 213

ВПЛИВ ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ КОРІАНДРУ СОРТІВ ОКСАНІТ ТА НЕКТАР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Петренко С.О., Поздняков В.Ю. 216

АДАПТАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ АГРАРНОЇ СФЕРИ УКРАЇНИ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТА ВІЙСЬКОВИХ ВИКЛИКІВ

Полагенько О.С. 221

ЗМІНА КЛІМАТУ ТА СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Понько Л.П., Димчук А.В. 223

Секція 5. Сучасні підходи гарантування безпеки та якості продуктів харчування

Section 5. Modern approaches to ensuring and assuring food safety and quality

COMPARATIVE ACTIVITY OF *GANODERMA APPLANATUM* AND *GANODERMA LUCIDUM* AS PRODUCERS OF ANTIVIRAL POLYSACCHARIDES

Kovalenko O., Kyrychenko A., Shchukin Y., Bondarenko T. 227

ГРЕЧКА ТАТАРСЬКА У СВІТОВІЙ ПРОДОВОЛЬЧІЙ СИСТЕМІ: ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ТА ЗДОРОВ'Я В КОНЦЕПЦІЇ ONE HEALTH

Аверчев О.В., Нікітенко М.П. 231

ВПЛИВ СПОСОБУ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ЗРОШЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БОБОВИХ КОРМОВИХ ТРАВ НА ЗМІНИ В АГРОХІМІЧНОМУ СКЛАДІ ҐРУНТУ

Влащук А.М., Дробіт О.С., Валентюк Н.О., Іванов Г.М., Куліджанов Е.В. 235

ВПЛИВ ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТУРАНСЬКОЇ

Вінюков О.О., Бутенко О.М., Вискуб Р.С. 239

МІКРОБІОМ ТВЕРДОГО КРАФТОВОГО КОЗИНОГО СИРУ АЛЬПІЙСЬКИЙ ЗА ДОЗРІВАННЯ З УЧАСТЮ КЛІЩІВ ACARUS SIRO

Давидович В., Шевченко Л. 244

СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ОРГАНІЧНІ УПАКОВКИ ДЛЯ ПРОДУКТІВ ТВАРИННИЦТВА

Коваль Т.В. 245

ШЛЯХИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

Коломієць С.С., Ромащенко М.І., Сардак А.С. 248

АНТИБІОТИКОТЕРАПІЯ І ПАТОГІСТОЛОГІЯ НИРОК ПТИЦІ: ЗМІНИ І ПРИЧИНИ

Ліщук С.Г., Ковальова О.М., Добровольський В.А. 251

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БАВОВНИКУ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Мальцева О.П., Боровик В.О. 253

НЕПРЯМЕ ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ ОЛІЙ: ПЕРЕВАГИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПІДХОДУ

Матвєєва Т.В., Папченко В.Ю. 256

РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СВІЖИХ ЯГІД ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ РНК НОРОВІРУСУ ТА ВІРУСУ ГЕПАТИТУ А ЗА 2022-2024 РОКИ МЕТОДОМ ПЛР-РЧ

Олексієнко І.С., Піщанський О.В., Андріящук В.О., Курята Н.В. 258

ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ РОСЛИН

Паламарчук В.Д., Борисов В.В. 262

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СИЛОСНОЇ КУКУРУДЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ ТА ОТРИМАННЯ ДИГЕСТАТУ

Паламарчук В.Д., Скакун М.В. 266

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ МОЛОКА І ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Придеткевич Ю.О. 272

ВИРОЩУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ РИБИ У ПРИРОДНОМУ СТАВІ

Пустова Н.В., Пустова З.В. 273

МІКРОПЛАСТИК У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ: ВИКЛИКИ ДЛЯ БЕЗПЕКИ СПОЖИВАЧІВ

Самар А. 277

Секція 6. Цифрова трансформація у рослинництві та тваринництві: впровадження нових технологій з використанням штучного інтелекту

Section 6. Digital transformation in crop and livestock production: introduction of new technologies using artificial intelligence

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ В СИСТЕМІ ШІ І В ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМАХ СЕЛЕКЦІЇ ГОРОХУ ПОСІВНОГО

Чернуський В.В. 281

PLENARY REPORTS

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

"ONE WORLD – ONE HEALTH": AN INTERDISCIPLINARY APPROACH TO GLOBAL CHALLENGES

Vozhehova R., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

Introduction. The "One World – One Health" concept highlights the essential interdependence between human health, animal health, plant health, and the state of the environment. In the context of modern global challenges-climate change, biodiversity loss, emerging infectious diseases, antimicrobial resistance, and environmental.

Human Health in the "One Health" Context. Human health is directly and indirectly dependent on the state of ecosystems, food systems, and animal health.

- Zoonotic diseases account for over 60% of emerging infectious diseases (EIDs), including COVID-19, avian influenza, and Ebola.

- Environmental factors such as air and water pollution, pesticide residues, microplastics, and heavy metals significantly affect human health through chronic diseases, reproductive disorders, and immune suppression.

-The unsustainable exploitation of natural resources increases risks to public health by destabilizing ecosystem services such as clean air, drinking water, and medicinal biodiversity.

- Urbanization, deforestation, and agricultural intensification increase contact between people, domestic animals, and wildlife, facilitating pathogen spillover.

Animal Health and Its Contribution to Global Health. Animals, especially livestock and wildlife, play a key role in the One Health triad.

- Livestock serve as both a source of food security and a potential source of Antimicrobial resistance (AMR) and zoonoses.

-Inappropriate use of antibiotics in animal husbandry contributes to the global AMR crisis, threatening both veterinary and human medicine.

- Intensive farming systems, without due attention to animal welfare, promote stress, immunosuppression, and higher disease susceptibility.

- The health of wild fauna is a bioindicator of ecosystem integrity. Disturbances in wildlife populations due to habitat loss, poaching, or climate change may lead to outbreaks of diseases such as Nipah virus or SARS-CoV-2.

-Animal welfare, biodiversity preservation, and sustainable management practices are critical components of One Health.

Plant Health as a Key to Sustainable Development. Healthy crops are the foundation of sustainable food systems, biosecurity, and environmental balance.

- Plant pests and diseases, often exacerbated by climate change and global trade, threaten food production and ecosystem stability.

- Chemical overuse in plant protection negatively affects pollinators, soil microbiota, and aquatic ecosystems.

- The spread of invasive species and genetically uniform monocultures reduces resilience to climatic shocks and increases dependency on external inputs.

- Agroecological approaches and integrated pest management (IPM) are increasingly recognized as essential for plant health within the One Health framework.

Environmental Health: The Nexus of All Life. The environment is both a source of life and a buffer that ensures resilience.

- Ecosystem degradation—deforestation, desertification, soil erosion, water pollution—has cascading effects on all health domains.

- Climate change is a critical threat multiplier: it alters disease patterns, stresses agricultural systems, and exacerbates water scarcity.

- Biodiversity loss reduces nature's ability to regulate diseases and adapt to environmental stresses.

- Sustainable land use, circular economy models, renewable energy use, and ecological restoration are essential to reverse environmental damage.

- Healthy ecosystems reduce disaster risks and maintain the stability of all life systems.

Integrated Responses and Scientific Cooperation. Solving complex health challenges requires transdisciplinary collaboration.

- One Health calls for joint actions between medical professionals, veterinarians, ecologists, agronomists, sociologists, and policymakers.
- Early warning systems, joint surveillance for diseases, and risk assessments across species and sectors help prevent global outbreaks.
- Education and awareness across society are needed to change behaviors and increase resilience.
- Research on pathogen ecology, climate-resilient crops, sustainable animal production, and environmental toxicology must be prioritized.

Conclusion. The "One World – One Health" paradigm reflects the scientific reality: we are all interconnected. Human survival and well-being depend on maintaining the health of animals, plants, and the environment. Transitioning to this model is not merely an option—it is a necessity for the future of the planet. Policies, science, and everyday practices must reflect this unity of purpose. The development of biosecurity systems, green agriculture, and sustainable resource use will determine the resilience of humanity in the face of future global threats.

ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES AND FUNGI IN MEDITERRANEAN ECOSYSTEMS AND EVALUATION OF THEIR POTENTIAL AS BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF INSECT PEST POPULATIONS IN FRUTICULTURE

Eustachio Tarasco, Department of Soil, Plant and Food Sciences (DiSSPA)
University of Bari "Aldo Moro", Bari, Italy

The term "microbial control" has been used to describe the use of microbial pathogens (bacteria, viruses, or fungi) or entomopathogenic nematodes (EPNs) to control various insect pest populations. EPNs and EPF are widely recognized as valuable assets in soil ecosystems due to their role as effective biological control agents (BCAs). They are among the best biocontrol agents, and major developments in their use have occurred in recent decades, with many surveys having been conducted all over the world to identify EPNs and EPF that may have potential in the management of insect pests. Entomopathogenic nematodes (EPNs) are obligate parasites to wide range of insect pests mostly for soil-dwelling insects. Pathogenicity of EPNs is due to the nematode and their symbiotic bacteria (*Photorhabdus* spp. in Heterorabditids and *Xenorhabdus* spp. in Steinernematids). Non-toxic bio-insecticides for vertebrates and harmless to humans and the environment with Commercialised species in the families Steinernematidae and Heterorhabditidae families.

Conidia is the infectious unit for EPF (*Beauveria* spp. and *Metarhizium* spp.). It germinates (germination tube) and grow as hyphae. In the host, development occurs with the formation of blastospores that multiply by budding process. A conidium must adhere to the insect host to induce germination and production of a germ tube. Mechanical pressure and secretion of enzymes are employed to breach the cuticle. The fungus switches to blastospore growth to colonize the host hemocoel, where it secretes toxins and feeds on sugars in the hemolymph. The blastospores evade the host immune responses and secrete toxins that facilitate killing of the host. After the host has died, the fungus breaches the cuticle again from the inside and sporulates on the cadaver

Good results in IPM with EPNs and good results with EPF. Why do not use EPN & EPF together: possible synergistic effects, EPF conidia do not move but EPNs can move, and where they could have the maximum effect acting together is within cryptic habitats against xylophagous pests. This is the idea: EPF as preventive control method and EPNs as curative control method. Experiences on EPN and EPF use in agro-forestry ecosystems (in IPM control strategies of xylophagous Lepidoptera *Parahypopta caestrum*, *Zeuzera pyrina* and *Cossus Cossus*, Coleoptera curculionid *Rhynchophorus ferrugineus*, buprestid *Capnodis tenebrionis*, and cerambycid *Arhopalus syriacus*), is presented to testify and demonstrate that biological control with EPNs and EPF is possible and offers many advantages over chemicals, such as end-user safety, minimal damage to natural enemies, and lack of environmental pollution, which are essential conditions for an advanced IPM strategy.

PVS/IHR ONE HEALTH COLLABORATION

Sharandak V., Candidate of Veterinary Sciences, Project Coordinator, Capacity Development Department, World Organisation for Animal Protection, France

In the 21st century, humans face many challenges in life. Eighty per cent of the most dangerous of these are the use of zoonotic pathogens with bioterrorist potential. Around 60 per cent of known human diseases originate in animals, and three-quarters of recent emerging infectious diseases have an animal origin. Against the backdrop of increasing global trade, climate change and limited resources, controlling and managing health risks requires multi-sectoral collaboration and well-structured, resilient health systems that prioritize prevention. PVS (Performance of the Veterinary Services) tools are used to prevent problems that provoke risks from emergent zoonoses.

International organizations like WOAH and WHO are actively promoting linkages between the PVS Pathway and the IHR Monitoring and Evaluation Framework as a manuals for PVS procedures. Coordinated support and streamlining of capacity-building activities is essential for Member countries.

International Health Regulations for Monitoring and Evaluation Framework have such goals as self-assessment & annual reporting, external evaluation, after-action review, simulation exercises. Only first position is mandatory. All position are prepared according to principles of One Health Approach. Evaluation is structured around 19 technical areas, grouped in 4 core areas: Prevent, Detect, Respond, IHR related hazards/Points of entry. Technical areas of particular interest: AMR, Zoonotic disease, Food safety on one hand and legislation, reporting, points of entry, risk communication, on another.

PVS Pathway experts have participated in over 33 Joint External Evaluations (JEE) since 2016. WOAH actively raises awareness among Delegates regarding JEEs: importance of their participation in all IHR-related activities and importance of using PVS Pathway findings in JEEs.

WOAH has been involved in the review of the NAPHS framework and costing (CosTag). Tools considered by WHO: WOAH PVS Gap Analysis, CDC Priority Action Costing Tool (PACT), Georgetown University IHR Costing Tool, (WHO One Health Tool). WOAH PVS Gap Analysis Tool is being highlighted as a key reference for prioritisation and costing of veterinary public health activities.

NBWs are three-day events facilitated by WHO and WOAH bringing together 50-to-80 participants from public health and from animal health services. The objective is to analyse and improve the collaboration between the two sectors in the prevention, detection and response to zoonotic diseases and other health events at the animal-human interface.

21 National Bridging Works (NBW) organised by WHO/WOAH (3 pilots/12 NBWs in 2017-2018). Materials available in different languages.

For launching NBWs in a region are set some key points:

- secure funding;

- JEE/PVS report available +/- translation of materials/reports;
- WOAH/WHO headquarters provide methodology/ training of regional facilitators, then the regions take ownership;
- WHO country offices help with local logistics;
- Animal and Human Health sectors jointly decide on dates;
- Official request from VS or MoH supports the NBW planning.

USING RULE-BASED ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN IRRIGATION WATER QUAILITY ANALYSIS

Lykhovyd P., Doctor of Agricultural Sciences
Vozhehova R., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Hranovska L., Doctor of Economic Sciences, Professor, corresponding member of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

Introduction. Water quality analysis is vital in irrigated agriculture for safeguarding soil health, crop yield, and sustainability. First, water transports essential nutrients; its chemical composition determines nutrient availability, and poor quality can induce deficiencies that impair plant growth, development and yield. Second, high salinity and toxic ions content (e.g., Na^+, Cl^-) promote salinization, sodification, soil structure degradation, and reduced water permeability, leading to waterlogging of crops, nutrient runoff, and diminished crop productivity – especially under the conditions of continuous irrigation like in the Ingulets irrigation system, which is located in the south of Ukraine and provides thousands of arable lands with water [1]. Additionally, sediments and mineral deposits in poor-quality water cause clogging and corrosion of irrigation infrastructure [2, 3].

Irrigation water quality assessment involves sample collection, laboratory analysis, result evaluation, and classification by current domestic and international agronomic standards. The final evaluation and classification stages remain manual, expert-driven, and time-consuming; processing numerous samples can take days or weeks. Automating this workflow with rule-based AI is therefore both timely and labor saving. Besides, it gives an opportunity to cut down the costs for human expertise.

Rule-based AI systems apply explicit "if–then" rules crafted by experts to emulate decision processes. In agriculture, they underpin decision support for pest management, irrigation scheduling, and crop selection (e.g., Agpest for rice and wheat pests [4], CROPES in India [5]). However, almost no rule-based AI currently addresses irrigation water quality, as existing models emphasize predictive machine learning [6–8]. Our work aims to fill this gap by developing a rule-based assistant that evaluates

multiple agronomic indicators, delivering rapid, accurate water-suitability assessments tailored to specific agroecological contexts.

Materials and methods. The task of a rule-based AI system creation was performed through coding a chat-bot in Python 3 using VS Code IDE and several external libraries to handle the desired functionality. Further, the pythonic implementation was repacked into setup file, compatible with 64-bit Windows-based devices. The chat-bot has simple intuitive interface, and user interacts with the AI in the format of question–answer. The standard methodology for comprehensive water quality analysis by agronomic criteria was implemented to achieve the automated workflow of the water quality analysis. Following inputs are required for processing with water quality analysis: the pH value; the content of ions, expressed in meq/L, namely: calcium, magnesium, potassium, sodium, sulphate, chloride, carbonate, and bicarbonate; irrigated soil granulometric composition, acidity level, and buffer capacity. As an output, user can get information about: TDS content, pH interpretation, carbonate and bicarbonate influences, alkalination hazards, SSP, Stebler's alakaline characteristics, SAR, coefficient of ion exchange, residual sodium carbonate, Kelly's ratio, magnesium ratio, water permeability index, corrosion ratio, Aidarov-Golovatov coefficient, and thermodynamic coefficients with complete interpretation regarding the irrigated soil properties. To ensure the accuracy of the AI-based automation, we compared the outcomes of AI-based water quality analysis results with those provided by the experts in water quality analysis for the reference water samples, collected from the river Dnipro and the Ingulets irrigation system canal.

Results and discussion. The developed AI closely reproduces the manual analyses across all the studied water-quality indices, with only minimal deviations. AI's Total Dissolve Solids (TDS) estimates differ with manual expertise by less than 0.2%, indicating excellent fidelity. As for Kelly's Ratio, it is identical in all cases, showing the AI correctly captures the relative proportions of sodium versus calcium and magnesium. Sodium Adsorption Ratio (SAR) exactly matches for Samples 1 and 2 (1.09 and 5.50), while for Sample 3/Sample 7 differs by +0.03 (4.30 → 4.33), a 0.7 % increase, which is still within typical rounding variation. The Soluble Sodium Percentage (SSP) differences were extremely small (just about 1%). As for Permeability Index (PI) estimations, all the samples differ by less than 0.5 %. Such small deviations indicate the AI is dependable for rapid water-quality screening, with results virtually indistinguishable from manual calculations, provided by water analysis experts.

Conclusions. The developed rule-based AI is a novel rule-based chatbot designed to provide rapid assessments of irrigation water quality in accordance with internationally accepted standards, as well as domestic Ukrainian standards. Its intuitive interface and efficient performance support researchers in agricultural water management, irrigation engineering, and land reclamation, as well as farmers operating on the irrigated lands. Although the current version has minor limitations regarding highly specialized quality parameters and multilingual support, these shortcomings will be addressed in forthcoming updates. Additionally, a fully web-based deployment of the AI system will be released.

References

1.Likhovid P. Analysis of the Ingulets irrigation water quality by agronomical criteria. *Success Mod. Sci. Educ*. 2015. № 5. P. 10–12.

2.Lykhovyd P., Dementiieva O., Lavrenko S., Lavrenko N. Agro-environmental evaluation of irrigation water from different sources, together with drainage and escape water of rice irrigation systems, according to its impact on maize (*Zea mays* L.). *J. Ecol. Eng*. 2019. № 20(2). P. 1–7.

3.Minhas P.S., Qadir M., Yadav R.K. Groundwater irrigation-induced soil sodification and response options. *Agric. Water Manag*. 2019. № 215. P. 74–85.

4.Balleda K., Satyanvesh D., Sampath N.V.S.S.P., Varma K.T.N., Baruah P.K. Agpest: An efficient rule-based expert system to prevent pest diseases of rice and wheat crops. *Proc. 2014. IEEE 8th Int. Conf. Intell. Syst. Control (ISCO)*. Coimbatore, India, 2014. P. 262–268.

5.Mohan S., Arumugam N. CROPES: A rule-based expert system for crop selection in India. *Trans. ASAE*. 1994. № 37(4). P. 1355–1363.

6.Mokhtar A., Elbeltagi A., Gyasi-Agyei Y., Al-Ansari N., Abdel-Fattah M.K. Prediction of irrigation water quality indices based on machine learning and regression models. *Appl. Water Sci*. 2022. № 12(4). P. 76.

ПОШИРЕННЯ ПОІЛМОРБІДНОЇ ПАТОЛОГІЇ У ОВЕЦЬ СХОДУ УКРАЇНИ

Шарандак П.В., доктор ветеринарних наук, професор
Піскун В.Е., студентка 3 курсу
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна

Вступ. Багаторічна техногенна діяльність в умовах сходу України призвела до суттєвого погіршення стану довкілля, що проявляється у високому рівні техногенного їх забруднення. Для ряду промислових районів України, особливо на території Придніпровського та Донецького економічного регіону екологічна ситуація оцінюється як загрозлива та потребує невідкладного вирішення [1–3]. Серед численних антропогенних забрудників довкілля промислових центрів пріоритетне значення мають важкі метали та їх сполуки, які характеризуються значною стабільністю, високою токсичністю, вираженими кумулятивними властивостями та несприятливо впливають на здоров’я людей і тварин.

Мета дослідження – вивчити поширення поліморбідної патології вівцематок Сходу України.

Матеріали і методи. Матеріалом для дослідження були вівцематки, що перебували на території господарств 4 районів Луганської області. Дослідження

раціонів годівлі, клінічне дослідження тварин, сироватки крові проводили загальноприйнятими методами.

Результати та обговорення. Для вивчення поширення внутрішньої патології важливим питання є діагностичні критерії для найбільш поширених патологій виявлених у вівцематок Луганської області: гепатодистрофія, нефроз, остеодистрофія, мікроелементози (дефіцит купруму, цинку, мангану та полімікроелементози), а також поєднана патологія печінки й нирок (гепатодистрофія + нефроз), гепато- і остеодистрофія та полімікроелементна недостатність. Найбільшого поширення набули патологія печінки (30,9 % від досліджених тварин) і гепато-ренальний синдром (19,7 %) та мікроелементна недостатність (14,8 %). Поєднана патологія нирок і печінки в групі лактуючих тварин займає перше місце, а їх частка в структурі незаразних хвороб становить по 29,7 %. Друге місце за поширенням займає гепатодистрофія (25,0 %) що більше за кількість вівцематок, із поєднаною патологією печінки та кісткової тканини (15,6 %) та мікроелементози (14,1 %). Остеодистрофія найбільш поширена серед поголів'я кітних овець (18,6 %), гепатодистрофія та мікроелементози – серед холостих овець (41,1 та 18,6 %). Нефроз найчастіше діагностували у кітних та холостих тварин (7,8 % у кожній групі), а гепато-остеодистрофічний синдром – лактуючих (15,6 %).

Причиною внутрішньої поліморбідної патології в овець є аліментарні фактори: порушення структури раціонів, низька концентрація енергії, протеїну, крохмалю, цукру, кальцію, фосфору, цинку, купруму, мангану та ергокальциферолу в 1 кг сухої речовини кормів раціонів, низьке співвідношенням між легкоферментованими вуглеводами (крохмаль і цукор) з перетравним протеїном та клітковиною. Вагомий вплив має кумулятивний вплив кадмію і плюмбуму на стан печінки, нирок і кісткової системи.

Гепатодистрофія у вівцематок характеризується диспротеїнемією (63 % з 119 досліджених), гіпоальбумінемією (55,5 %), гіпергаммаглобулінемією (47,1 %) та поєднанням обох диспротеїнемій (39,5 %), підвищеною активністю в сироватці крові 50 % кітних вівцематок аспарагінової амінотрансферази і у 47,3 % холостих – гамма-глутамілтранспептидази. Найбільш інформативні критерії діагностики є гіпоальбумінемія, гіпергаммаглобулінемія та диспротеїнемія.

Характерними ознаками нефрозу у вівцематок є надмірна концентрація у сироватці крові сечовини (45,0 %) та креатиніну (60,0 %). У кітних вівцематок найбільш інформативним критерієм діагностики нефрозу є збільшений вміст у сироватці крові креатиніну (100 % хворих), холостих – сечовини (80 %).

Гепаторенальний синдром характеризується зростанням рівня сечовини (96,1 %), гіпо- (36,8 %) або гіпер- (30,3 %) протеїнемією, гіпергаммаглобулінемією (50,0 %), гіпоальбумінемією (31,6 %), зростанням активності АсАТ, АлАТ у кітних, гамма-глутамілтранспептидази (ГГТП) у кітних і лактуючих вівцематок ($p<0,001$), збільшенням вмісту загального холестеролу, ліпопротеїнів високої густини (ЛПВГ) у кітних і лактуючих вівцематок та ліпопротеїнів низької густини – у кітних. Найбільш інформативними показниками є збільшення вмісту сечовини в сироватці крові

(96,1 %), загального холестеролу, ліпопротеїнів високої і низької густини (100 %) у кітних вівцематок та активності ГГТП у кітних і лактуючих.

Остеодистрофія характеризується гіпокальціємією (100 %), низьким вмістом цинку
(27,3 %), купруму (18,2 %) та неорганічного фосфору (18,2 %). Гепато-остеодистрофічний синдром – гіпокальціємією (100 %), гіпер- (24, %) і гіпопротеїнемією (13,8 %), гіпоальбумінемією (79,3 %), гіпер-гаммаглобулінемією (51,7 %), збільшенням активності гамма-глутамілтранс-пептидази у лактуючих і холостих вівцематок. Найбільш інформативними критеріями патології є гіпокальціємія (100 %) і гіпоальбумінемія (79,3 %).

Висновки. За результатами клініко-біохімічного обстеження вівцематок п’яти районів Луганської області діагностовано наступні внутрішні хвороби і синдроми: гепатодистрофія (30,9 %), нефроз (5,2 %), остеодистрофія (9,6 %), мікроелементози (14,8 %), гепаторенальний (19,7 %) і гепато-остеодистрофічний (7,6 %) синдроми. Серед хворих на мікроелементози зменшений вміст цинку встановлено у 71,8 % вівцематок, купруму – 45,6, мангану – 24,5 %.

Література

1. De Lorenzi Davide Liver Biopsy Sampling. *Veterinary Focus*. 2010. Vol. 20. № 3. P. 48–49.

2. De Luca H.F., Zierold C. Mechanism and functions of vitamin D. *Nitrition Reviews*. 1998. Vol 31. P. 1–4.

3. Demeler J., Shein E., von Samson-Himmelstjema G. Advances in laboratory diagnosis of parasitic infections in sheep. *Veterinary Parasitology*. 2012. Vol. 189, Is. 1. P. 52–64.

БАКТЕРИЦИДНА АКТИВНІСТЬ ПОРТАТИВНОЇ УФ-СИСТЕМИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ НА ОСНОВІ СВІТЛОДІОДІВ

Леонов Ю.[1]
Верголяс М.[1], докт. біол. наук, професор
Глива В.[2], докт. техн. наук, професор
Балко О.[3], канд. біол. наук
Маврикін Є.[1], доктор філософії
Балко О.[3], канд. біол. наук,
Нечипоренко С.[1],
Ісипова В.[1]

[1] ДУ "Інститут медицини праці ім. Ю.І. Кундієва НАМН України", Київ, Україна
[2] Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна
[3] Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна

Вступ. Вода є необхідною умовою життя, однак її якість не завжди відповідає санітарним вимогам. Особливо це стосується регіонів з відсутністю належної інфраструктури водопостачання або регіони, що є зоною бойових дій. Внаслідок бойових дій, що є чинником виникнення надзвичайних ситуацій та здебільшого неможливості проведення превентивних заходів, значно зростає ризик забруднення води водних джерел та питної, знижується надійність водопостачання та погіршується доступ до питної води населення [1, 2].

Особливої актуальності це набуває в районах ведення бойових дій, прифронтових територіях Сходу та Півдня України, де пошкоджені або зруйновані інфраструктура водопостачання, що унеможливлює задовольнити базові потреби людей в якісній питній воді, яка часто потребує ефективного знезараження [3]. Основний мікробіологічний критерій чистоти води – відсутність бактерій групи кишкової палички (коліформ) на 100 мл води. *Escherichia coli* використовується як індикатор фекального забруднення з кількох причин: постійно присутня у кишківнику людини та тварин; легко культивується в лабораторних умовах; чутлива до змін у довкіллі, швидко гине у чистій воді; її наявність свідчить про можливу присутність інших, більш небезпечних патогенів [4]. УФ-опромінення – сучасний та безпечний метод, що має кілька переваг: не змінює склад та смак води; не потребує додавання хімікатів; знищує більшість бактерій, вірусів, цист та спор. В умовах природних катастроф, військових дій або в районах без централізованої мережі очищення води важливо мати портативні фільтри та УФ-системи, які швидко знезаражують воду; легко транспортуються; можуть працювати на акумуляторі чи сонячній енергії; придатні для польових умов, туристів, військових.

Мета цієї роботи – визначення бактерицидної ефективності моделі портативної системи для обробки води ультрафіолетом, розробленої авторами, на моделі санітарно-показового мікроорганізма *E. coli*.

Матеріали та методи. В роботі використовували модель портативної системи для очистки води УФ-опроміненням з LED-світильниками з довжиною хвилі 279 нм, розроблену авторами. Дослідження проводили на санітарно-показовому мікроорганізмі *Escherichia coli*, штам УКМ В-906, з колекції ДУ "Інститут мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного". Облік результатів проводили з допомогою тест-системи CompactDry™ EC, виробництва Shimadzu Diagnostics Corp., Японія. На кожну точку використовували 4 тест-системи. На кожну чашку наносили 1 мл розчину та інкубували при 37°С 24 години.

Результати та обговорення. В результаті проведених досліджень ми можемо стверджувати, що модель портативної системи для знезараження води ультрафіолетом на основі монохромних LED-світильників має ефективну бактерицидну дію проти *E. coli* при експозиції 10 хв., при довжині хвилі 279 нм., навіть при титрі 10^9. При цьому система має прекрасні показники енергоефективності, що дозволяє використовувати її в зв'язці з павербанком місткістю 10000 mAh, не менше 20 разів поспіль.

Висновки. Авторами розроблено модель портативної системи для дезінфекції води з допомогою УФ-опроміннення з використанням LED-світильників з довжиною хвилі 279 нм.

Модель має прекрасні показники енергоефективності, що дозволяє багаторазово використовувати її в ситуаціях відсутності електроенергії.

Модель має ефективну бактерицидну дію щодо *E. coli* у водному розчині при експозиції 10 хв. для титрів 10^8 та 10^9. Для менших концентрацій ефективною також є експозиція у 5 хв.

Література

1. Полька Н.С., Федоренко В.І., Пластунов Б.А. Проблеми збереження довкілля і здоров'я нації у матеріалах XV з'їзду гігієністів України. *Довкілля та здоров'я.* 2013. № 2 (65). С. 68-80.

2. Validation of trichloroacetic acid exposure via drinking water during pregnancy using a urinary TCAA biomarker / R. Smith et al. *Environmental Research*. 2013. Vol. 126. P. 145–151.

3. Іванько О. М., Зоріна О. В., Депутат Ю. М. Аналіз перспектив імплементації в Україні AMEDP-4.9 «Вимоги до придатності питної води під час польових операцій і в разі виникнення надзвичайних ситуацій». *Український журнал військової медицини*. 2022. Т. 3. 3.2022 (додаток): матеріали V наук.-практ. конф. з міжнародною участю «Академічні читання імені Володимира Паська в рамках 31-ої міжнародної виставки «Public health» С. 31-33.

4. Зоріна О. В., Сурмашева О. В., Іванько О. М., Полька О. О., Маврикін Є. О. Аналіз підходів до оцінки та застосування дезінфекційних засобів для питної води в Україні та країнах ЄС, у тому числі країнах НАТО. *Український журнал військової медицини.* 2025. Т. 6. С. 48-56. https://doi.org/10.46847/ujmm.2025.1(6)-048.

5. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до питної води для споживання людиною. Київ: Офіційний вісник, 2010. С. 99-129.

EFFECTIVENESS OF PYOCINS COMPOSITION AGAINST *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* STRAINS OF DIFFERENT ORIGIN

Balko O.B., Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
Balko O.I., Candidate of Biological Sciences
Avdeeva L.V., Doctor of Medical Sciences, Professor
Zabolotny Institute of Microbiology and Virology NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. *Pseudomonas aeruginosa* strains induce infectious diseases that are difficult to treat [1]. To overcome the resistance of microorganisms, search of new drugs is conducted, existing medicines are modified, and antibiotics that have not been used for a long time are returned to clinical practice [2]. However, the presence of various resistance mechanisms in *P. aeruginosa* to currently widely used antibiotics complicates the prospect of their use in the future [3].

Ones of the promising substances that can be used as additional remedy in the struggle against resistant *P. aeruginosa* strains are bacteriocins [4]. These substances participate in bacterial antagonism and are widely distributed in the microbial world [5-7]. Bacteriocins of each bacterial species have their own specific name, and appropriate substances of *P. aeruginosa* are indicated as pyocins [8].

Previously, we selected producers of highly active S-type pyocins that inhibited the growth of more than 75% of the tested cultures [9]. Cultivation conditions have been optimized to maximize activity of these substances [10]. It should be noted that pyocins consist two subunits - the bacteriocin itself, which is responsible for antimicrobial activity, and the immunity protein, which builds into the cell wall of bacterium-producer and protects it from lysis by its own substances [11]. As a result, some strains remain resistant to the action of certain type bacteriocins. The solution to this problem may be use of not one, even highly active pyocin, but a certain composition of several bacteriocins to provide an effect on a wide range of *P. aeruginosa* strains [12].

Therefore, **the aim of this work** was to evaluate the possibility of creating an effective composition from minimum quantity of pyocins capable of inhibiting the growth of laboratory and clinical *Pseudomonas aeruginosa* strains.

Materials and methods. The objects of this study were pyocins isolated from ten highly active *Pseudomonas aeruginosa* producer strains from the Ukrainian collection of microorganisms (UCM, Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine) [13]. To obtain *P. aeruginosa* pyocins nalidixic acid was added to suspension of strain-producers in the logarithmic growth phase (final concentration 100 μg/ml) [14]. The pyocins were marked according to the numbers of their producer strains. So, bacteriocins from *P. aeruginosa* UCM B-333 were designated as pyocin 333, from *P. aeruginosa* UCM B-335 - as pyocin 335, etc. Compositions 332+333, 332+335, 333+335 and 332+333+335 were obtained by mixing equal volumes of pyocins 332, 333 and 335.

Antimicrobial activity of pyocins was tested by "two-layer agar" method [15]. As indicator cultures there were used forty laboratory *P. aeruginosa* strains, two strains

isolated from plants and nine clinical isolates *P. aeruginosa*. The species belonging of clinical strains was established based on phenotypic properties using a computer program for identification of *Pseudomonas* genus bacteria [16]. The activity of *P. aeruginosa* bacteriocins against the used indicator cultures was assessed by the transparency of the formed lysis zones in the area of bacteriocin application [17]. Quantitative indices of pyocins and their compositions activities were determined by the serial two-fold dilutions method, the activity of the substances was defined by the maximum dilution capable of causing lysis zone formation [18]. The average activity of single pyocins and their compositions against indicator strains was determined as the sum of the activity indices of bacteriocins used, divided by the number of studied cultures.

Sensitivity of clinical *P. aeruginosa* strains to antibiotics was determined using the disk diffusion method, which was performed in accordance with EUCAST requirements. Antimicrobial activity was assessed by the appearance of growth inhibition zones around the applied discs. The strain's belonging to the group of susceptible, moderately susceptible or resistant to certain antibiotic was assessed according to breakpoints Eucast ver. 14.0, CLSI in the M100 33rd ed. or FDA STIC wedsite.

Results and discussion. Ten highly active pyocins were characterized by high, medium and low activity against 40 laboratory *P. aeruginosa* strains. It should be noted that for the selection of a composition capable of affecting all strains of *P. aeruginosa*, not only the activity of the action on sensitive cultures is important, but also the ability to inhibit the growth of a larger number of strains. Therefore, the prospects of pyocins for inclusion in the composition were assessed by their total activity - the number of strains affected by the studied bacteriocin with any activity. According to this criterion, pyocins 335, 333, 330, 13, and 332 were considered the most promising.

Analyzing the possibility of using selected promising pyocins, the following regularities were discovered. Pyocin 335 inhibited the growth of most of the tested cultures, with the exception of *P. aeruginosa* UCM B-335, B-337 and B-900. And pyocin 333 had no effect on *P. aeruginosa* UCM B-333, B-335, B-336, B-338, and B-343.The above indicates that application of only these two pyocins will not be sufficiently effective since both of them didn't inhibit the growth of *P. aeruginosa* UCM B-335. Pyocin 330 also had no effect on the mentioned culture. Therefore, widening the total spectrum of activity is possible by including a third pyocin into the composition – 13 or 332.

Subsequently, the action of ten highly active pyocins was tested against strains *P.aeruginosa* UCM B-1107 and B-1108, which were isolated from plants. It can be noted that pyocins 335 and 333 selected at the previous stage did not affect these strains. In contrast, pyocins 330 and 332 were characterized by high activity. Another bacteriocin, namely pyocin 13, which was also considered as a potential component for the composition, inhibited the growth of only *P. aeruginosa* UCM B-1108 and showed low activity. The above indicates that pyocins 335, 333, and 332 should be included in the composition of bacteriocins with a minimum set of active substances.

The potential application of the selected composition was also tested against clinical isolates of *P. aeruginosa*. It was found that all or most bacteriocins were characterized by high activity against eight *P. aeruginosa* cultures. Isolate 3523 was characterized by the lowest sensitivity; only bacteriocins 349, 330, 335, and 332 affected it. Testing the sensitivity of nine clinical *P. aeruginosa* strains we revealed their significant antibiotic resistance. Taking into account resistance to drugs of three or more groups, the above isolates should be considered as multidrug-resistant strains [19]. It should be noted that the ability to form a biofilm plays one of the important role in the protection of P. aeruginosa from the effects of antimicrobial substances [20]. We have established that biofilm formation ensures resistance to the action of antimicrobial substances as early as 15 minutes after the contact of microorganisms with dense substrate [21]. It has previously been shown that *P. aeruginosa* strains differ in the intensity of biofilm formation [22]. Strains exposed to antimicrobial substances form a more stable biofilm compared to laboratory cultures [23]. Therefore, it can be assumed that variability of pyocins effect on clinical strains, especially on *P. aeruginosa* 3523, is associated with the peculiarities of their biofilm formation, however, these regularities will be investigated further. Comparing the effect of bacteriocins on *P. aeruginosa* strains of different origins, it was found that the average activities of pyocins 332, 333, and 335 against multidrug-resistant isolates were only 2.7, 1.8, and 10.1 times lower, respectively, compared to the effect on laboratory cultures. So, the possibility of using the selected composition of pyocins - 335, 333 and 332 against clinical, multidrug-resistant strains is also quite effective.

In order to more thoroughly assess the effect of the selected substances on *P.aeruginosa* cultures, their activity was determined in absolute indices. The average activities of pyocins 332, 333 and 335 against *P. aeruginosa* UCM B-3 and B-10 were 614.4, 409.6 and 307.2×10^3AU/mL, while against clinical strains – 230.4, 225.6 and 30.4×10^3AU/mL, respectively. The average activities of pyocin compositions 332+333, 332+335, 333+335, and 332+333+335 against laboratory cultures were 307.2, 204.8, 204.8, and 204.8×10^3 AU/mL, and against clinical cultures – 256, 76.8, 76.8, and 153.6×10^3 AU/mL, respectively. The above indicates the possibility of using a selected pyocins composition to inhibit the growth of *P. aeruginosa* strains of various origins, although the effectiveness of their effect on multidrug-antibiotic-resistant strains is somewhat lower.

Conclusions. Thus, for the first time, it was shown the possibility of creating an effective composition of three pyocins. The most optimal is the combination of pyocins 332, 333 and 335.These substances do not exhibit mutual antagonism, inhibit the growth of all 51 cultures studied, represented by laboratory and isolated from plants strains, as well as clinical, multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* isolates.

Literature

1. Amann S., Neef K., Kohl S. Antimicrobial resistance (AMR). *European journal of hospital pharmacy: science and practice*. 2019. Vol. 26, N. 3. P. 175–177. https://doi.org/10.1136/ejhpharm-2018-001820

2. Balko O. B., Balko O. I., Andryshkina R. P. et al. Sensitivity of multi-resistant *Pseudomonas aeruginosa* strains depending on localization of infectious process. *Int J Antibiotics & Probiotics.* 2018. Vol. 2-3, N. 4. P. 34-40. https://doi.org/10.31405/ijap.2-3.18.03

3. Elfadadny A., Ragab R. F., AlHarbi M. et al. Antimicrobial resistance of *Pseudomonas aeruginosa*: navigating clinical impacts, current resistance trends, and innovations in breaking therapies. *Frontiers in microbiology*. 2024. Vol. 15. P. 1374466. https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1374466

4. Balko O. B. Interaction between S-Type Pyocins and Microcin-II-Like Bacteriocins in *Pseudomonas aeruginosa*. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal.* 2021. Vol. 83, N. 3. P. 72-80. https://doi.org/10.15407/microbiolj83.03.072

5. Maksimenko L. O., Balko O. I., Balko O. B. *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* low-molecular-weight carotovoricins. *Microbiology&Biotechnology*. 2017. Vol. 3, N. 39. P. 75–83. https://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.3(39).110912

6. Kotsofliak O. I., Reva O. M., Tashyrev O. B. Taxonomic contribution and antagonistic properties of antarctic fluorescent bacteria of *Pseudomonas* genus. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2004. Vol. 66, N. 2. P. 3–10. PMID: 15208849

7. Tovkach F. I., Mukvich N. S., Balko A. B. Characteristics of lysogenic induction of bacteriocins in thymine mutants of *Erwinia carotovora*. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2006. Vol. 68, N. 3. P. 33-46. PMID: 16869143

8. Balko O. I., Balko O. B., Avdeeva L. V. Bacteriocins of Some Groups of Gram-Negative Bacteria. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2020. Vol. 82, N. 3. P. 71-84. doi: https://doi.org/10.15407/microbiolj82.03.071

9. Balko O. B., Avdeeva L. V. Screening of producers of bacteriocin-like substances active against *Pseudomonas aeruginosa*. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2012. Vol. 74, N. 2. P. 8–13. PMID: 22686012

10. Balko O. B., Vidasov V. V., Avdeeva L. V. Optimization of conditions of *Pseudomonas aeruginosa* bacteriocin induction. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2013. Vol. 75, N. 1. P. 79–85. PMID: 23516843.

11. Atanaskovic I., Mosbahi K., Sharp C. et al. Targeted Killing of Pseudomonas aeruginosa by Pyocin G Occurs via the Hemin Transporter Hur. *Journal of molecular biology*. 2020. Vol. 432, N. 13. P. 3869–3880. https://doi.org/10.1016/j.jmb.2020.04.020

12. Balko O. B., Zelena L. B., Balko O. I. et al. Properties of pyocin S9 from Pseudomonas aeruginosa UCM B-333. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal.* 2022. Vol. 84, N. 5. P.48-57. https://doi.org/10.15407/microbiolj84.05.048

13. Pidgorskyi V. S., Kotsofliak O. I., Kiprianova O. A., Gvosdiak O. R. Ukrainian collection of microorganisms. Catalogue of cultures. Kyiv : Naukova Dumka 2007. 133 p.

14. Balko O. I., Balko O. B., Avdeeva L. V. Thermoactivation of *Pseudomonas aeruginosa* pyocins. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 2019. Vol. 81, N. 5. P. 85-97. https://doi.org/10.15407/microbiolj81.05.085

15. Balko O. B. Low molecular weight *Pseudomonas aeruginosa* bacteriocins. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 2019. Vol. 81, N. 6. P. 97-109. https://doi.org/10.15407/microbiolj81.06.097

16. Коцофляк О. І. Дослідження бактерій роду Pseudomonas методами поліфазного таксономічного аналізу : автореф. дис. ... канд. біол. наук : 03.00.07. Київ, 2004. 21 с.

17. Balko O. B., Zelena L. B., Balko O. I. et al. Phenotypic and Genotypic Criteria for the Screening of Highly Active S-Type Pyocins Pseudomonas aeruginosa Producers. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 2024. Vol. 86, N. 1. P. 39-50. https://doi.org/10.15407/microbiolj86.01.039

18. Balko O., Zelena L., Balko O., Avdeeva L. Pyocin S5 activity against *Pseudomonas syringae* phytopathogenic strains. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2024. Vol. 13, N. 6. P. e5607. https://doi.org/10.55251/jmbfs.5607

19. Magiorakos A. P., Srinivasan A., Carey R. B. et al. (2012). Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clinical microbiology and infection*. Vol. 18, N. 3. P. 268–281. https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x

20. Balko O. I., Avdeeva L. V., Balko O. B. Depositary Function of *Pseudomonas aeruginosa* Biofilm on Media with Different Carbon Source Concentration. Mikrobiolohichnyi Zhurnal. 2018. Vol. 80, N. 6. P. 15-27. doi: 10.15407/microbiolj80.06.015

21. Balko O. I., Balko O. B., Yaroshenko L. V. et al. Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* UCM B-1 population to silver nanoparticles at early stages of biofilm formation. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2017. Vol. 79, N. 6. P. 71-81. 10.15407/microbiolj79.06.071

22. Balko A. B., Avdeeva L. V. Influence of temperature factor on peculiarities of *Pseudomonas aeruginosa* biofilm formation. *Medicine today and tomorrow.* 2009. Vol. 3-4. P. 23-27.

23. Ahmed M., Abdul Muhsin Z. Synergistic Effect of Gentamicin and Iron Oxide Nanoparticles on phzM Gene of Pseudomonas aeruginosa. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 2024. Vol. 86, N. 3. P. 27-39. https://doi.org/10.15407/microbiolj86.03.027

МАГНІЙ ТА ТЕПЛОВИЙ СТРЕС КОРІВ

Вожегова Р.А.[1], доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН,
Данчук О.В.[1], доктор ветеринарних наук, професор,
Данчук В.В.[1,2], доктор сільськогосподарських наук, професор
Журенко О.В.[3], доктор ветеринарних наук, професор,
Журенко В.В.[3], кандидат ветеринарних наук, старший викладач
[1]Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, Одеса, Україна
[2]Заклад вищої освіти "Подільський державний університет", Кам'янець-Подільський, Україна
[3]Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Зміни клімату істотно вплинули на забезпечення потреб населення держави у молоці та молочних продуктах у літній період господарювання. Існує декілька аспектів проблеми, які потребують негайного вирішення. По перше – необхідно уточнити потреби худоби у кормах і питній воді та зробити необхідні перерахунки у їх заготівлі та забезпеченню водопостачання (обладнання додаткових поїлок). По – друге потрібно забезпечити ефективне охолодження тіла тварини за надмірного температурного навантаження (вентилятори, дощування, тінь). По – третє зробити деяку корекцію стресостійкості тварин та запровадити ефективні методи профілактики.

Одним з факторів, який здатний підвищити адаптаційну здатність та стресостійкість молочних корів є магній (Mg). Його біологічна дія є різноплановою і зачіпає біля 600 біохімічних реакцій, що пов’язані з різними ланками обміну речовин (обмін енергії, нуклеїнових кислот, білка, вуглеводів), регулює фізіологічну активність імунної системи та позитивно впливає на стан центральної нервової системи, особливо за дії стресорів різної етіології.

Наші дослідження показали, що підвищення мактимальних температур вище 36ºС у зоні західного лісостепу викликають сильний тепловий стрес у корів незалежно від їх рівня продуктивності. Тому, прогнозувати, що у літній період вдасться зберегти рівень молокоутворення в молочній залозі високопродуктивних корів за рахунок різних технологічних рішень (крім кондиціонування) не доводиться. Мова може йти лише про підвищення стресостійкості та зглажування кривої падіння надоїв та більш ефективного та швидкого відновлення продуктивності.

Хронічне двомісячне теплове (липень-серпень) навантаження на організм молочніх корів на 2-3 місяці лактації може негативно вплинути на загальну річну продуктивність тварини і це слід враховувати. Як свідчать наші дослідження, гострий і хронічний тепловий стрес у високопродуктивних корів української чорно-рябої породи по різному впливає на терміни відновлення їх продуктивності. Так, за гострого теплового стресу секреторна активність молочної залози уже відновлюється за 2-3 дні, тоді, як за хронічного теплового

стресу проуктивність молочного стада починає зростати за 7- 10 днів. Надзвичайно важливим є той фактор збереження мерокринового типу лактації (виділення секрету без руйнування плазмолеми та цитоплазми секреторних клітин), можливий пришвидшений перехід на голокриновий тип за критичного теплового навантаження уже не дозволить повністю відновити молочну продуктивність корів.

Магній може стати одним з універсальних антистресових засобів через свою різнобічну дію, як на метаболізм у цілому, так і на центральну нервову систему зокрема. За теплового стресу у тварин спостерігається цілий ряд фізіологічних симптомів, які характеризуються зниженням активності імунної та антиоксидантної системи, порушенням енергетичного обміну через надлишкове зовнішнє теплове навантаження.

Теоретично, магнієва профілактика теплового стресу лактуючих корів може не тільки сприяти зростанню стресостійкості тварин, активності їх антиоксидантної та імунної системи, покращенню обміну АТФ, білка та нуклеїнових кислот, але й позитивно вплинути на відтворення поголів'я, однак ці питання іще потребують детального вивчення.

КОГНІТИВНИЙ АНАЛІЗ У ВИРОБНИЦТВІ ЕНТОМОФАГІВ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

Чернова І.С., кандидат технічних наук
Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН України,
Хлібодарське, Україна

Вступ. У даний час когнітивний аналіз знаходиться серед ключових технологій забезпечення цифрової трансформації виробництва [1]. При цьому зазначено відсутність узагальнювальних робіт щодо застосування когнітивних технологій у сільському господарстві [2]. Відомі дослідження у цьому напрямі стосуються: когнітивного моделювання впливу факторів на формування прибутку фермерських господарств [3]; характеру впливу управляючих факторів на інноваційний розвиток аграрного сектору із використанням когнітивної карти [4]; когнітивних систем для підтримки прийняття рішень фермерами в умовах кліматичного ризику [5]; застосування нечітких когнітивних карт для аналізу сільськогосподарських систем [6], підтримки прийняття рішень у точному землеробстві [7]. У виробництві ентомофагів для біологічного захисту рослин когнітивні технології пов'язано з розробкою та використанням когнітивних моделей та нечітких когнітивних карт, що дає змогу формалізувати слабо структуровані залежності, автоматизувати процеси підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності [8, 9].

Актуальність роботи обумовлена необхідністю цифровізації процесів підтримки прийняття рішень у виробництві ентомофагів для біологізації виробництва сільськогосподарської продукції.

Мета дослідження – розробити когнітивну карту контролю якості ентомологічної продукції у виробництві ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*).

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження є формалізація причинно-наслідкових зв'язків між параметрами техноценозу та біологічними показниками якості ентомологічної продукції у виробництві ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*). У даний час гусеничний паразитоїд бракон відноситься до одного з найпоширеніших ентомофагів та є ключовою складовою у комплексній боротьбі зі шкідниками лускокрилими [8]. В якості товарної продукції використовуються як ентомофаги, так і фітофаги [10]. У технологічному процесі виробництва ентомофага бракон як найбільш привабливу комаху-хазяїн використовують млинову вогнівку (*Ephestia kuehniella*) через простоту технології вирощування в штучних умовах; найкращим поживним середовищем для вирощування млинової вогнівки є мелені ячмінь та кукурудза [11].

Методи дослідження – системний підхід, когнітивне моделювання. Основою роботи є результати досліджень процесів виробництва ентомологічної продукції [8-12].

Результати та обговорення. Розроблено когнітивну карту контролю якості ентомологічної продукції у виробництві ентомофага бракон (рис.). На карті температура повітря, відносна вологість повітря є абіотичними параметрами техноценозу; висота шару поживного середовища та кількість інокульованих у поживне середовище яєць комахи-хазяїна – технологічними параметрами техноценозу. Кількість заражених браконом гусениць млинової вогнівки; середня кількість імаго бракона, отриманих з однієї самки; тривалість розвитку та кількість самок бракона; відроджуваність гусениць млинової вогнівки з яєць, маса гусениць та маса гусениць старшого віку; кількість гусениць з 1 кг поживного середовища є біологічними показниками якості ентомологічної продукції.

Позначеннями плюс та мінус відмічено відповідно прямий та зворотний зв'язки між параметрами техноценозу та біологічними показниками якості ентомологічної продукції. Так, збільшення температури повітря призводить до:
- збільшення кількості самок бракона, заражених браконом гусениць, імаго бракона, відроджуваності та маси гусениць млинової вогнівки (прямий зв'язок);
- зменшення тривалості розвитку бракона, маси гусениць млинової вогнівки старшого віку та кількості гусениць з 1 кг поживного середовища (зворотний зв'язок).

Рис. Когнітивна карта контролю якості ентомологічної продукції у виробництві ентомофага бракон (Habrobracon hebetor)

Висновки. Запропонований підхід є ефективним інструментом цифровізації процесів підтримки прийняття рішень при створенні інтелектуальних технологій керування виробництвом ентомофагів.

Література

1. Нетудихата К. Інструменти, технології та моделі цифрової трансформації бізнесу в контексті теорії бізнес-організацій. *Підприємництво та інновації.* 2025. № 34. С. 141-145. https://doi.org/10.32782/2415-3583/34.22

2. Кучмійова Т.С., Мороз Т.О., Шешунова А.В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Modern Economics*. 2023. № 39 (2023). С. 69-74. https://doi.org/10.31521/modecon.V39(2023)-10

3. Яворська Т.І., Прус Ю.О. Моделювання факторів підвищення прибутковості фермерських господарств як суб'єктів малого бізнесу. *Збірник наукових праць ТДАТУ імені Дмитра Моторного (економічні науки).* 2019. № 1(39). С. 277-285. https://doi.org/10.31388/2519-884X-2019-39-277-285

4. Шестаковська Т.Л. Когнітивне моделювання інноваційного розвитку аграрного сектору економіки України. *Бухгалтерський облік, оподаткування, аналіз і аудит: сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку*: тези доповідей V Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Чернігів, 27 листопада 2019 р.). Чернігів: ЧНТУ, 2019. С. 94-96.

5. McCown R.L. A cognitive systems framework to inform delivery of analytic support for farmers' intuitive management under seasonal climatic variability. *Agricultural Systems.* 2012. Vol. 105. Iss. 1. P. 7-20. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.08.005

6. Lenora Ditzler, Laurens Klerkx, Jacqueline Chan-Dentoni, Helena Posthumus, Timothy J. Krupnik, Santiago López Ridaura, Jens A. Andersson, Frédéric Baudron, Jeroen C.J. Groot. Affordances of agricultural systems analysis tools: A review and framework to enhance tool design and implementation. *Agricultural Systems.* 2018. Vol. 164. P. 20-30. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.03.006

7. Papageorgiou E.I., Markinos A.T., Gemtos T.A. Fuzzy cognitive map based approach for predicting yield in cotton crop production as a basis for decision support system in precision agriculture application. *Applied Soft Computing*. 2011. Vol. 11. Iss. 4. P. 3643-3657. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2011.01.036

8. Лисенко В.П., Чернова І.С. Інтелектуальне управління виробництвом ентомофагів: монографія. Одеса: Фенікс, 2021. 156 с.

9. Lysenko V., Chernova I. Intelligent Decision Support System in Entomophages Production. *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology (PICS&T'2020)*: Conference Proceedings 2020 IEEE International Conference (Kharkiv, Ukraine, October 6-9). 2020. P. 225-228. https://doi.org/10.1109 / PICST51311.2020.9467999

10. Беспалов І.М., Барабаш А.Д., Шейкін Б.М. Технологічне устаткування для реалізації циклів ентомологічних виробництв. *Вісник аграрної науки Південного регіону. Сільськогосподарські та біологічні науки*. Одеса. 2007. Вип. 8. С. 151-153.

11. Крутякова В.І., Беспалов І.М., Молчанова О.Д., Лобан Л.Л. Інженерно-технологічні інновації у виробництві ентомологічних та мікробіологічних засобів захисту рослин: монографія. Одеса: Фенікс, 2017. 196 с.

12. Молчанова О.Д., Копко І.А. Розведення млинової вогнівки для вирощування ектопаразиту бракон (*Habrobracon hebetor Say*.). *Аграрний вісник Півдня*. 2014. № 1. С. 131–134.

PROMISING AREAS FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GLOBAL FOOD SYSTEMS

Kernasiuk Yurii, Candidate of Economics Sciences
Haidenko Oleh, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,
Institute of Steppe Agriculture, National Academy of Agrarian Sciences,
Kropyvnytskyi, Ukraine

Introduction. Artificial intelligence (AI) is becoming an important tool in the process of changing and adapting the world's food systems to global challenges, which makes research in this area especially significant. Given population growth and climate change, the use of AI can significantly improve the efficiency of agriculture, optimizing all stages from planting to harvesting. For example, machine learning algorithms are able to analyze data on weather conditions and soil conditions, which helps farmers make more informed decisions. In addition, AI can improve supply chain management by reducing product loss and ensuring product availability. Ethical issues and the impact of technology on small farms also need to be considered, which requires an integrated approach to research. Thus, new opportunities for the application of AI in food systems open up prospects for sustainable development and food security.

In the face of global challenges such as population growth, climate change and the depletion of natural resources, food systems are faced with the need to adapt and innovate. Advanced technologies are able to offer unique solutions to improve the efficiency and sustainability of agriculture, which makes his research extremely relevant. With the help of AI, it is possible not only to optimize agronomic processes, but also to improve resource management, which is especially important in conditions of limited water and land resources. Machine learning and big data analytics technologies enable farmers to gain valuable insights that help them make more informed decisions. In addition, AI can play a key role in monitoring the health of plants and animals, which contributes to the early detection of diseases and the reduction of losses. An important aspect is also the use of AI to improve the logistics and distribution of products, which can significantly reduce food waste. However, the introduction of such technologies requires an integrated approach that takes into account both economic and social factors. Research in this area will help not only to increase productivity, but also to ensure food security for future generations. As such, the promising uses of AI in global food systems offer new opportunities for sustainability and innovation.

AI-powered technologies are transforming not only food systems, but also the food industry by streamlining processes, improving food quality and safety, and fostering innovation. Integrating AI with state-of-the-art sensors allows for improved real-time monitoring and decision-making in food and packaging safety. However, challenges such as ethical issues, data security, transparency, and high cost remain. However, AI can contribute to greener food systems by optimizing resource use, improving food security through predictive crop yield analytics, and innovating personalized nutrition and supply chain automation that enables personalized products

and efficient delivery [1]. The issue of food security remains one of the key global issues, affecting many people suffering from hunger and malnutrition. Meeting this challenge requires new and revolutionary methodologies in agriculture and the food sector. Recently, artificial intelligence (AI) has become a powerful tool with the potential to have a significant impact on agriculture and the food industry. AI technologies provide important benefits by optimizing crop cultivation practices, using predictive modeling and precision farming techniques, and facilitating effective crop monitoring and disease detection. In addition, AI can optimize supply chain operations, manage storage, transportation systems, and quality assurance processes. It also helps solve the problem of food loss and waste by reducing post-harvest losses by applying predictive analytics and intelligent inventory management [2]. The introduction of artificial intelligence technologies in food systems creates unique opportunities to address key challenges related to improving sustainability, efficiency and quality. Integrating AI into these systems offers a promising path to a more efficient, equitable and sustainable food future for all [3]. With increasing urbanization and worsening climate challenges, the future of food production may lie in synthetic ecosystems driven by artificial intelligence. Therefore, it is important to comprehensively explore the potential for fully autonomous closed-loop agricultural systems in urban environments that operate on the basis of AI and robotics, ensuring the production of products with minimal human intervention. Developing such systems will help address food security, sustainability and labour shortages [4].

Materials and methods. The study aims to identify promising applications of AI in global food systems to improve their efficiency, sustainability and accessibility. The study analyzes existing AI technologies used in agronomy, logistics, and supply chain management. The research was carried out at the Institute of Agriculture of the Steppe of the NAAS as part of the implementation of the research program 36 "Agrarian Economics" and task 36.00.00.59. A. "To develop the organizational and economic foundations of an optimal system of regional specialization of agriculture in the context of adaptation to climate change and post-war recovery" based on the analysis of the collected data from scientific publications, reports of international organizations and the study of the experience of successful application of AI in the food sector. The methodology includes qualitative and quantitative analysis, as well as a comparative study of different approaches to the implementation of AI in food systems. To assess the impact of AI on the productivity and sustainability of food systems, the method of foresight forecasting was used.

Results and discussion. Today's food systems are on the cusp of significant change, and artificial intelligence is emerging as an important catalyst for this transformation. With the growing demand for food caused by an increasing population, AI offers innovative approaches to solving problems related to the production and distribution of products. For example, predictive analytics technologies can help farmers plan planting in advance, taking into account weather conditions and market trends. This not only increases yields, but also reduces costs, which is especially important for small and medium-sized farms.

In the face of global challenges and environmental problems, AI can contribute to a more efficient use of resources such as water and fertilizers, which in turn helps minimize the negative impact on the environment. The introduction of automated monitoring systems allows you to monitor the condition of crops in real time, which makes it possible to quickly respond to changes. It's also worth noting that AI can improve food quality by analyzing data on nutrients and storage conditions. However, despite all the benefits, there are also potential risks associated with the introduction of new technologies, such as the digital divide and dependence on technology. Research in this area should focus not only on technical aspects, but also on social and ethical issues to ensure that the benefits of AI are fairly shared. Ultimately, integrating artificial intelligence into food systems could be key to creating more sustainable and efficient agriculture that can meet the challenges of the future.

Based on research and foresight forecasts, key innovations based on AI technologies have been identified, which are already being implemented or will be used in global food systems in the future. These technologies are listed below.

1. Precision agriculture. Using sensors and drones to collect data on soil, plant and climate conditions allows farmers to optimize resource use and increase yields.
2. Big data analysis. Using machine learning algorithms to analyze large amounts of data helps predict yields, identify trends and trends, and make informed decisions.
3. Smart irrigation systems. AI solutions that automatically adjust the level of watering depending on the needs of plants and current weather conditions contribute to saving all resources.
4. Monitoring of plant and animal health. The use of computer vision and AI for the early detection of diseases and stresses in plants and animals allows for a quick response and reduction of losses.
5. Supply chain optimization. AI algorithms that analyze supply and demand data help improve the logistics and distribution of products, minimizing losses and reducing delivery times.
6. Intelligent systems for farm management. Develop virtual agents that can manage various aspects of farming, including planning, monitoring, and analysis.
7. Personalized nutrition. AI technologies that analyze consumer preferences and needs, allowing you to create personalized offers and improve the quality of products.
8. Sustainable farming. Using AI to develop sustainable agronomic practices that minimize environmental impact and contribute to biodiversity conservation.
9. Process automation. Introducing robots and automated systems to perform routine tasks such as harvesting, which reduces labor costs and increases efficiency.
10. Forecasting market trends. AI solutions that analyze market data and trends help farmers and producers adapt to changes in demand and offer competitive products.

These innovations not only improve the efficiency of food systems, but also contribute to sustainable development and food security in the face of global challenges.

Population growth, climate change and pollution pose serious challenges to food systems and ensuring future generations have enough to eat. Existing practices in agriculture and supply chains contribute to these challenges, however, the adoption of artificial intelligence (AI) opens up opportunities for transformational change, increasing efficiency and sustainability. AI is revolutionizing agriculture by streamlining processes, automating tasks, and improving food management, which can lead to lower environmental impacts and better public health [5]. In many regions of the world, the resources needed for food production, such as land, healthy soils and water, are becoming scarce, making their efficient use critical. Advances in technology in agriculture contribute to stable and sustainable production. Innovations in artificial intelligence and controlled indoor cultivation require less land and allow for more production. Internet of Things (IoT) technology offers better practices for managing agricultural resources and water resources through smart irrigation. The use of artificial intelligence and machine learning opens up new opportunities to optimize agricultural operations, which is a key aspect to achieving sustainable global food production [6].

Food security is a major global problem, the serious consequences of which can lead to hunger and malnutrition. To develop a sophisticated new paradigm-shift tactic that correlates artificial intelligence and agriculture, the focus should be on the prevailing real-world implementation of AI research models aimed at addressing global food security challenges [7]. In modern agricultural research, the integration of artificial intelligence with traditional practices is becoming a key topic. That said, there is a clear gap in exploring the complex relationship between AI and the three principles of sustainable agriculture: economic viability, environmental protection, and social responsibility [8].

Conclusions. Artificial intelligence is breaking new ground for food systems by providing innovative solutions that can significantly change the way we approach agriculture. The adoption of technologies such as precision agriculture allows farmers to manage resources more precisely, which is especially important in conditions of limited water and land resources. Drones and AI-equipped sensors collect data on the condition of crops, which helps to quickly respond to changes and optimize processes.

Big data analysis is becoming an integral part of agronomy, allowing you to predict yields and identify patterns that were previously unavailable. Smart irrigation systems that use machine learning algorithms can automatically adjust irrigation levels, which helps to save water and increase yields. In addition, monitoring plant and animal health using computer vision allows farmers to detect diseases in a timely manner and prevent losses.

Optimizing supply chains with the help of AI helps minimize food waste and improve logistics, which is especially important in the face of global challenges. Automating processes such as harvesting reduces labor costs and improves overall efficiency. Personalized nutrition based on the analysis of consumer preferences allows manufacturers to offer better and more popular products. The adoption of such technologies requires a careful approach to ethical and social issues in order to avoid digital inequality and ensure access to innovation for all. Research in this area must take into account both economic and environmental aspects in order to guarantee

sustainable development. It is also important to develop educational programs that will help farmers adapt to new technologies and use them in their practice. In this way, artificial intelligence is becoming not only a tool for increasing efficiency, but also a catalyst for change in food systems, contributing to their sustainability and adaptability. Ultimately, integrating AI into agriculture could be the key to solving global challenges of food security and sustainable development.

References

1. Zatsu, V., Shine, A. E. & Tharakan, J. M. et al. (2024). D Revolutionizing the food industry: The transformative power of artificial intelligence-a review. *Food Chemistry:* X 24:101867. https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101867.

2. Pandey, D. K. & Mishra, R. (2024). Towards sustainable agriculture: Harnessing AI for global food security. *Artificial Intelligence in Agriculture*. 12:72–84. https://doi.org/10.1016/j.aiia.2024.04.003.

3. Pravin, M. & Sundarapandiyan, R. (2024). Integrating Artificial Intelligence in Food Systems: Future Trends, Innovations, and Prospects for Sustainable Development and Enhanced Culinary Experiences. *International Journal for Multidimensional Research Perspectives*. 2(2):49-62.

4. Rad, J. (2025). The rise of synthetic ecosystems in agriculture: artificial intelligence as the future of urban food systems. *Discover Sustainability*. 6 (133). https://doi.org/10.1007/s43621-025-00914-6.

5. Kaur, K., Priyanka, Kaur, G., Singh, B., Sehgal, S., Trehan, S. (2024). Artificial Intelligence (AI) as a Transitional Tool for Sustainable Food Systems. In: Thakur, M. (eds). *Sustainable Food Systems (Volume II). World Sustainability Series*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46046-3_15.

6. Hamidon, M. H. et al. (2023). IoT × AI: Introducing Agricultural Innovation for Global Food Production. In: *Ahamed, T. (eds) IoT and AI in Agriculture*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8113-5_1.

7. Khan, Gel., Irshad, G., Ijaz, R. et al. (2025). Emboldening food security for global sustainability yoking artificial intelligence. *Discover Sustainability*. 5(2). https://doi.org/10.1007/s44187-025-00273-1.

8. Alloghani, M. A. (2024). AI for Sustainable Agriculture: A Systematic Review. In: *Artificial Intelligence and Sustainability. Signals and Communication Technology*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45214-7_3.

Секція 1. Медицина та екомедицина

Section 1. Medicine and eco-medicine

AMMONIA AS A GASOTRANSMITTER ENHANCES HAEM OXYGENASE-1 ACTIVITY

Beschasnyi S.[1,2], Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Hasiuk O.[1], Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
[1]Department of Human Biology and Immunology, Kherson State University, Kherson, Ukraine
[2]Institute of Pharmacology and Toxicology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. Gasotransmitters are small gaseous molecules that perform signalling functions in the organism. Classical gasotransmitters include nitric oxide (NO), carbon monoxide (CO) and hydrogen sulphide (H_2S) [1]. Recently, ammonia (NH^3/NH^{4+}) has attracted researchers attention, which, despite its known toxicity upon excessive accumulation, exhibits characteristics of a signalling mediator under physiological conditions. One of the possible targets of ammonia action is the enzyme haem oxygenase-1 (HO-1), known for its cytoprotective and antioxidant function. Ammonia is a weak base that exists in dynamic equilibrium between NH^3 and NH^{4+} depending on the pH of the medium. It penetrates through biological membranes, affects pH, activates ion channels, modulates glutamate metabolism and regulates the activity of various enzymes. Increasing evidence points to its role in intracellular signal transduction [2, 3].

HO-1 is an inducible isoform of haem oxygenase that cleaves haem to form biologically active products. Its expression is regulated under the influence of oxidative stress, cytokines, hypoxia and xenobiotics. The most important regulator of HO-1 is the transcription factor Nrf2, which is activated under conditions of oxidative stress and initiates transcription of protective genes, including HMOX [4].

Materials and methods. BALB/c mice aged 7 weeks received NH_4Cl added to their drinking water. Control animals received ordinary drinking water. The experimental and control groups were maintained under standard conditions and received standard diet with unlimited access. Ten days after the start of the experiment, the thoracic aorta was removed from the animals, cleared of blood and frozen. All procedures were carried out in compliance with Directive 2010/63/EU of the European Parliament on the protection of animals used for scientific purposes and Law of Ukraine No. 3447-IV “On the protection of animals from cruel treatment”. The aorta was homogenised in buffer solution, centrifuged and the supernatant was obtained. To determine HO-1 activity, a reaction mixture (0.8 mM NADPH, 2 mM glucose-6-phosphate, 0.2 units glucose-6-phosphate dehydrogenase, 20 μM haemin) was added to the supernatant. After incubation at 37°C for 60 min, the reaction was stopped by adding chloroform and the bilirubin level was measured using standard methodology.

Results and discussion. As a result, it was established that in the thoracic aorta tissue of mice, HO-1 activity increased by 60% following NH_4Cl exposure. In the experimental group, HO-1 activity at the end of the experiment reached 280 ± 11.2 pmol bilirubin/mg/h, whilst in the control group it was 175 ± 8.7 pmol bilirubin/mg/h.

Possible effects of ammonia on HO-1 expression in mouse aorta may be caused by many factors. Enhancement of HO-1 activity may result from oxidative stress. Ammonia, particularly at high concentrations, is capable of inducing oxidative stress in cells, notably in aortic endothelial cells. It is known that HO-1 is a stress-sensitive enzyme, and its expression is often induced in response to increased levels of reactive oxygen species (ROS). Ammonia may activate proinflammatory signalling pathways (for example, NF-κB), which are also capable of indirectly stimulating HO-1 as part of a protective anti-inflammatory response.

At the same time, interaction with other gasotransmitters is possible. It is probable that ammonia modulates nitric oxide (NO) production or interacts with the H_2S system, affecting HO-1 expression through alteration of the cell's redox status. Most likely, duration of exposure and different concentrations may have opposing effects. Low concentrations of ammonia may have a cytoprotective action, stimulating moderate elevation of HO-1. However, high concentrations may be toxic and cause uncontrolled oxidative stress. This would lead to HO-1 induction, but as part of a damaging process. Different cell types (endothelial, smooth muscle, fibroblasts) may respond differently to ammonia exposure. Most probably, endothelial cells, being most sensitive to environmental changes, are primarily affected.

Conclusions. Ammonia, acting as a gasotransmitter, may stimulate haem oxygenase-1 expression in mouse aortic cells through induction of oxidative stress and inflammatory response. This process may have both protective and pathological characteristics.

References

1. Beschasnyi S., Hasiuk O. Carbon Monoxide and Their Donor (CORM-2) Change the Healing Rate of Skin Wound Healing in Mice Through Reduced Expression of Aquaporin-3. *Fabad Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2023. 48.1, 1-10. https://doi.org/10.55262/fabadeczacilik.1095369

2. Balla J., Vercellotti G. M., Jeney V., Yachie A., Varga Z., Eaton J. W., Balla G. Heme, heme oxygenase and ferritin in vascular endothelial cell injury. *Molecular nutrition & food research*. 2005. 49(11). 1030–1043. https://doi.org/10.1002/mnfr.200500076

3. Liu X. M., Peyton K. J., Durante W. Ammonia promotes endothelial cell survival via the heme oxygenase-1-mediated release of carbon monoxide. *Free Radic Biol Med.* 2017. Jan, 102:37-46. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2016.11.029. Epub 2016 Nov 17. PMID: 27867098; PMCID: PMC5209302.

4. Medina María Victoria et al. Regulation of the Expression of Heme Oxygenase-1: Signal Transduction, Gene Promoter Activation, and Beyond. *Antioxidants & redox signaling.* 2020. vol. 32,14: 1033-1044. doi:10.1089/ars.2019.7991

ROLE OF OXIDATIVE STRESS, ELEMENTAL IMBALANCE AND GENETIC POLYMORPHISMS IN THE PATHOGENESIS OF ANKYLOSING SPONDYLITIS

Rafał Bilski[1], Piotr Kamiński[2,3], Halina Tkaczenko[4], Tomasz Stuczyński[5,6], Natalia Kurhaluk[4]

[1]Nicholaus Copernicus University, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Department of Biology and Medical Biochemistry, Bydgoszcz, Poland,
[2]Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Medicine, Department of Biology and Medical Biochemistry, Division of Ecology and Environmental Protection, Bydgoszcz, Poland,
[3]University of Zielona Góra, Faculty of Biological Sciences, Institute of Biological Sciences, Department of Biotechnology, Zielona Góra, Poland,
[4]Pomeranian University in Słupsk, Institute of Biology, Słupsk, Poland,
[5]Soil and Plant Cultivation-Government Scientific Institute, Department of Soil Sciences, Puławy, Poland,
[6]The John Paul II Catholic University of Lublin, Faculty of Natural Sciences and Health, Lublin, Poland

Ankylosing spondylitis (AS) is a chronic inflammatory disease that causes progressive stiffness and pain in the spine and sacroiliac joints. It primarily affects young men and can significantly reduce patients' quality of life by limiting their physical function and mobility [Ghasemi-Rad et al., 2015]. The aetiology of AS is multifactorial and complex, involving genetic and environmental factors. Environmental factors, such as infections, trauma and lifestyle, may play a significant role in the development and progression of AS [Hwang et al., 2021; Mauro et al., 2021]. Conversely, genetic polymorphisms (natural variants in genes) can influence susceptibility to autoimmune and inflammatory disorders [Zhang et al., 2024].

AS is classified as an autoimmune inflammatory disease, although its pathomechanism remains incompletely understood [Mauro et al., 2021]. Clinically, AS shares similarities with other autoimmune joint diseases, such as rheumatoid arthritis (RA) and psoriatic arthritis (PsA), with which it has some overlapping features in terms of their causes [Zormpa et al., 2025]. While environmental factors play a significant role in the pathogenesis of AS, mounting evidence indicates that disturbances to the body's natural antioxidant barrier may also contribute to disease progression [Bilski et al., 2024; Kupczyk et al., 2025].

In this study, we aimed to analyse the role of antioxidant enzyme activity, lipid peroxidation and serum levels of selected chemical elements (Na, K, Ca, Mg, Be, Ba, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Al, P, As, Se, Mo, Cd, Sn, Pb, Hg, Li and Sr), as well as polymorphisms in the *PTPN22*, *STAT4*, *CTLA4* and *COL1A1* genes, in the development of AS-related pathological changes. We also evaluated environmental factors that could contribute to disease onset [WHO 1992; American College of Rheumatology 2019].

Venous blood samples were collected into tubes without anticoagulants from the cubital vein to obtain serum for analysis. The study included a total of 227 patients: 58 with AS, 111 with RA and 58 with PsA. A control group of 72 medically qualified healthy volunteers from regions matched to the patient population was also included. We measured chemical element concentrations and enzymatic activities (superoxide dismutase [SOD], catalase [CAT], glutathione peroxidase [GPx] and glutathione reductase [GR]) in all participants using Cayman Chemical assay kits. We also measured ceruloplasmin (CP) and malondialdehyde (MDA) concentrations, as well as genotypes for the specified polymorphisms.

In addition, we evaluated elemental concentrations, enzymatic antioxidant mechanisms, CP levels, and lipid peroxidation intensity in a separate environmentally clean control group from the Tuchola Forest and Mogilno Lake regions (n = 288). Genomic DNA was isolated from whole blood and then analysed for *PTPN22*, *STAT4*, *CTLA4* and *COL1A1* polymorphisms. Macro- and microelement concentrations were assessed using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

Our results revealed significantly increased SOD ($p = 0$), CAT ($p = 0$) and GPx ($p = 0$) activity, as well as elevated CP levels ($p = 0$), in AS patients compared to healthy controls. MDA levels were also significantly higher in AS patients ($p = 0$), indicating enhanced oxidative stress. Disturbances in elemental homeostasis were observed in the AS group, characterised by elevated serum levels of Ca ($p = 0$), Na ($p = 0$), Cu ($p = 0$), Mo ($p = 0.001$), Cr ($p = 0$), Se ($p = 0$), V ($p = 0$), Co ($p = 0$), Al ($p = 0$), Sn ($p = 0$) and As ($p = 0$), alongside decreased levels of Mg ($p = 0$), P ($p = 0$), K ($p = 0$), Mn ($p = 0.005$), Zn ($p = 0$), Pb ($p = 0$) and Cd ($p = 0$).

The frequencies of the *PTPN22* ($p = 0.8$) and *STAT4* ($p = 0.94$) polymorphisms did not differ significantly between ankylosing spondylitis (AS) patients and controls. However, within the AS group, individuals with the CC genotype of *PTPN22* exhibited significantly lower GPx ($p = 0.022$) and GR ($p = 0.012$) activity than those with the CT genotype.

The increased activity of the body's natural antioxidant defences in AS patients reflects heightened exposure to oxidative stress. Elevated activities of SOD, CAT and GPx suggest a compensatory response to the excessive production of reactive oxygen species (ROS), which contribute to the degradation of osteoarticular structures in AS. Reduced Zn and Mn concentrations may further weaken antioxidant defences and disrupt the pro/antioxidant balance.

While the studied gene polymorphisms do not directly predispose individuals to AS, they may interact with oxidative stress mechanisms to modulate disease severity. Specifically, carriers of the *PTPN22* CC genotype are more vulnerable to ROS damage due to impaired function of the glutathione system, as evidenced by reduced GPx and GR activity.

Lifestyle factors such as diet, addictions and occupational exposure may contribute to the accumulation of toxic elements, disrupting homeostasis and particularly affecting the metabolism of magnesium (Mg), calcium (Ca) and phosphorus (P). This imbalance can negatively impact bone and joint integrity, further exacerbating oxidative-antioxidant disequilibrium in AS patients. Our findings

confirm the role of oxidative stress in the pathogenesis of AS and reveal significant disturbances in elemental homeostasis that are likely to be associated with bone mineralisation disorders. These alterations have important implications for immune system function, as they promote the production of proinflammatory mediators that may drive disease progression [Pishgahi et al., 2020; Tel Adıgüzel et al., 2021].

The study highlights the complex nature of AS, emphasising the interplay between elemental metabolism, antioxidant defence, environmental exposures and genetic predisposition. Additionally, results from questionnaire-based surveys provide valuable insights into risk factors such as unhealthy dietary habits, smoking and occupational exposure, which may contribute to the onset and progression of AS. Further research is needed to understand the molecular mechanisms and specific roles of biochemical pathways and gene-environment interactions in the development and progression of AS.

References

1. Bilski, R., Kamiński, P., Kupczyk, D., Jeka, S., Baszyński, J., Tkaczenko, H., & Kurhaluk, N. (2024). Environmental and Genetic Determinants of Ankylosing Spondylitis. *International journal of molecular sciences*, 25(14), 7814. https://doi.org/10.3390/ijms25147814.

2. Deane, K. D., Demoruelle, M. K., Kelmenson, L. B., Kuhn, K. A., Norris, J. M., & Holers, V. M. (2017). Genetic and environmental risk factors for rheumatoid arthritis. *Best practice & research. Clinical rheumatology*, 31(1), 3–18. https://doi.org/10.1016/j.berh.2017.08.003

3. Ghasemi-Rad, M., Attaya, H., Lesha, E., Vegh, A., Maleki-Miandoab, T., Nosair, E., Sepehrvand, N., Davarian, A., Rajebi, H., Pakniat, A., Fazeli, S. A., & Mohammadi, A. (2015). Ankylosing spondylitis: A state of the art factual backbone. *World journal of radiology*, 7(9), 236–252. https://doi.org/10.4329/wjr.v7.i9.236.

4. Hwang, M. C., Ridley, L., & Reveille, J. D. (2021). Ankylosing spondylitis risk factors: a systematic literature review. *Clinical rheumatology*, 40(8), 3079–3093. https://doi.org/10.1007/s10067-021-05679-7.

5. Kupczyk, D., Bilski, R., Szeleszczuk, Ł., Mądra-Gackowska, K., & Studzińska, R. (2025). The Role of Diet in Modulating Inflammation and Oxidative Stress in Rheumatoid Arthritis, Ankylosing Spondylitis, and Psoriatic Arthritis. *Nutrients*, 17(9), 1603. https://doi.org/10.3390/nu17091603.

6. Mauro, D., Thomas, R., Guggino, G., Lories, R., Brown, M. A., & Ciccia, F. (2021). Ankylosing spondylitis: an autoimmune or autoinflammatory disease?. *Nature reviews. Rheumatology*, 17(7), 387–404. https://doi.org/10.1038/s41584-021-00625-y.

7. Pishgahi, A., Abolhasan, R., Danaii, S., Amanifar, B., Soltani-Zangbar, M. S., Zamani, M., Kamrani, A., Ghorbani, F., Mehdizadeh, A., Kafil, H. S., Jadidi-Niaragh, F., Yousefi, B., Hajialiloo, M., & Yousefi, M. (2020). Immunological and oxidative stress biomarkers in Ankylosing Spondylitis patients with or without metabolic syndrome. *Cytokine*, 128, 155002. https://doi.org/10.1016/j.cyto.2020.155002.

8. Tel Adıgüzel, K., Yurdakul, F. G., Kürklü, N. S., Yaşar, E., & Bodur, H. (2021). Relationship between diet, oxidative stress, and inflammation in ankylosing spondylitis. *Archives of rheumatology*, 37(1), 1–10. https://doi.org/10.46497/ArchRheumatol.2022.9015.

9. Zhang, Y., Liu, W., Lai, J., & Zeng, H. (2024). Genetic associations in ankylosing spondylitis: circulating proteins as drug targets and biomarkers. *Frontiers in immunology*, 15, 1394438. https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1394438.

10. Zormpa, T., Thireou, T., Beloukas, A., Chaniotis, D., Golfinopoulou, R., Vlachakis, D., Eliopoulos, E., & Papageorgiou, L. (2025). The Genetic Background of Ankylosing Spondylitis Reveals a Distinct Overlap with Autoimmune Diseases: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 14(11), 3677. https://doi.org/10.3390/jcm14113677.

FROM TRANSFUSION TO TARGETED THERAPY: THE EVOLVING ROLE OF BLOOD PRODUCTS IN MODERN MEDICINE

Małgorzata Gradziuk[1,2], Halina Tkaczenko[2], Natalia Kurhaluk[2]
[1]Regional Centre for Blood Donation and Blood Treatment named after John Paul II in Słupsk, Słupsk, Poland,
[2]Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland

Blood and its derivatives have long been a cornerstone of medical practice, evolving from primitive transfusion techniques to the development of sophisticated pharmaceutical products. In recent decades, modern pharmacy has experienced profound progress in the production, preservation, and clinical application of blood-derived products, significantly transforming patient management across numerous medical disciplines [Seifried and Mueller, 2011; Marik, 2014]. Today, blood products encompass a broad array of components – from whole blood to advanced plasma-derived therapeutics – each playing a vital role in addressing diverse medical needs [Samis, 2008].

Historically, blood transfusion presented numerous challenges, such as incompatibility reactions, transmission of infectious agents, and limited storage stability. Nevertheless, the implementation of advanced screening technologies, optimized preservation strategies, and strict international regulatory frameworks has substantially enhanced both the safety and effectiveness of blood products [Epstein, 2010]. These advancements have broadened the clinical use of blood-based therapies, allowing healthcare professionals to intervene more precisely and safely in complex clinical situations [Mahara et al., 2023].

Moreover, the introduction of recombinant DNA technology has fundamentally altered the landscape of blood component production. This innovation allows for the synthesis of highly purified, biologically active therapeutic proteins, leading to the emergence of novel biologics that target specific disease mechanisms. These include

clotting factors used in haemophilia treatment and immunoglobulins for autoimmune conditions—therapies that have significantly improved both patient outcomes and quality of life [Kingdon and Lundblad, 2002; Liras and García-Trenchard, 2013; Rocino et al., 2014].

Blood products, whether derived from large-scale plasma fractionation or produced via genetic engineering, are classified as medicinal products. Specific proteins are isolated based on their unique functional properties. Some plasma-derived therapeutics used in clinical practice today are produced exclusively using recombinant biotechnology, ensuring higher purity and reduced risk of contamination. Currently available blood-derived medicines include: 1) albumins; 2) globulins; and 3) clotting factor concentrates [Pernemalm et al., 2019; Nair et al., 2020].

In recent years, the treatment landscape for congenital and acquired bleeding disorders has changed dramatically, especially with the development and availability of clotting factor concentrates [Mannucci, 2003]. These therapies have revolutionized both the prevention and management of conditions such as haemophilia A and B, as well as von Willebrand disease, by compensating for specific coagulation factor deficiencies. In some cases, multiple factors may be involved. Alongside blood-derived products, recombinant clotting factors are also widely implemented in clinical settings.

Currently available coagulation factor concentrates include:

- Factor VIII and Factor VIII concentrates containing von Willebrand factor (vWF);
- Highly purified Factor IX concentrates;
- Prothrombin complex concentrates (factors II, VII, IX, and X);
- Activated prothrombin complex concentrates;
- Fibrinogen concentrates;
- Concentrates of Factors VII, X, XI, and XIII [6 Factor VIII Concentrates, 2009].

Furthermore, national and international guidelines now recommend individualized prophylactic treatment for patients with bleeding disorders, emphasizing early initiation and regular monitoring to prevent complications.

Factor VIII Concentrate: A freeze-dried concentrate of plasma-derived or recombinant Factor VIII, approved for the treatment and prevention of bleeding episodes in patients with haemophilia A.

Plasma-derived Factor VIII concentrate with von Willebrand factor: Indicated for the prevention and treatment of bleeding in individuals with von Willebrand disease, as well as for patients with haemophilia A who require von Willebrand factor supplementation.

Lyophilised plasma-derived or recombinant Factor IX concentrate: Approved for use in the prophylaxis and treatment of haemorrhagic episodes in individuals with haemophilia B.

Factor VII concentrate:

Plasma-derived: A lyophilised formulation obtained from human plasma, indicated for the prevention and management of bleeding in patients with inherited or acquired Factor VII deficiency.

Recombinant activated Factor VII concentrate: A genetically engineered, lyophilised active Factor VII product produced using hamster kidney cells. It is used to manage bleeding episodes in patients with congenital Factor VII deficiency and off-label in haemophilia patients with inhibitors.

Prothrombin Complex Concentrate (PCC): A lyophilised plasma-derived formulation containing a combination of coagulation factors II, VII, IX, and X, along with anticoagulant proteins C and S. PCC is indicated for the treatment and prevention of bleeding in patients with acquired deficiencies of the prothrombin complex and in those with congenital or acquired Factor II or X deficiency, including perioperative use [Chai-Adisaksopha et al., 2016].

Activated Prothrombin Complex Concentrate (aPCC): This is a lyophilised combination of activated factors II, VII, IX, and X, obtained from human plasma. aPCC is approved for:

- the treatment and prevention of bleeding in haemophilia A patients with inhibitors against Factor VIII,
- in haemophilia B patients with inhibitors against Factor IX,
- and in non-haemophilic patients with acquired inhibitors to coagulation factors VIII, IX, or XI.

Its use is strictly monitored due to a potential risk of thromboembolic events, particularly in high doses or in patients with additional risk factors.

Fibrinogen concentrate: Fibrinogen (Factor I) is a liver-synthesised plasma protein and an essential component of coagulation, with plasma concentrations ranging from 1.5 to 3.5 g/L. It is classified as an acute phase protein and plays a role in modulating plasma viscosity. As fibrinogen is not stored in the body, supplementation is necessary in cases of deficiency. Fibrinogen concentrate is indicated for the treatment of bleeding in patients with congenital or acquired fibrinogen deficiency [Collins et al., 2014; Costa-Filho et al., 2016; Neerman-Arbez and Casini, 2018].

Factor XIII concentrate: A glycoprotein derived from plasma, platelets, and the placenta, Factor XIII is essential for fibrin clot stabilisation. It comprises two subunits: the a-subunit, synthesised by megakaryocytes, monocytes, and macrophages; and the b-subunit, originating from endothelial cells. The primary active form is plasma Factor XIII, activated by thrombin. Factor XIII concentrate is administered to patients with congenital Factor XIII deficiency to prevent life-threatening bleeding events and promote proper wound healing.

Albumins: Albumin solutions are produced from human plasma through the Cohn fractionation method, which employs ethanol to lower the polarity of the solution, facilitating the separation of specific plasma proteins [Mousavi Hosseini and Ghasemzadeh, 2016]. By maintaining a reduced polarity and low production temperature, it is possible to isolate albumin solutions containing at least 95% purity.

In Poland, albumin is available in two standard forms:

- Iso-oncotic solutions (4% and 5%);
- Hyper-oncotic solutions (20% and 25%).

The active substance is albumin with a molecular weight of 66 kDa. Albumin is the most prevalent plasma protein, accounting for approximately 55–65% of total plasma protein content. It is synthesized in the liver by hepatocytes and Kupffer cells, with a daily production of approximately 12–14 g (equivalent to 130–200 mg/kg body weight). Normal serum albumin levels in adults range from 3.5–5 g/dL.

Physiologically, albumin plays a central role in maintaining oncotic pressure, ensuring proper fluid distribution between blood vessels and interstitial spaces. It also exhibits a remarkable capacity to bind and transport a wide variety of endogenous and exogenous molecules, facilitating their cellular uptake.

The primary clinical indications for albumin administration arise from these functional roles. These include:

- Hypovolemia;
- Hypoalbuminemia;
- Severe burn treatment;
- Therapeutic plasma exchange;
- Adjunct therapy based on albumin's antioxidant and immunomodulatory properties

[Bihari et al., 2020; Belinskaia et al., 2021].

Immunoglobulins (Ig): These preparations are derived from the fractionation of pooled human plasma from multiple healthy donors and consist predominantly of immunoglobulin G (IgG). Immunoglobulins are available in three pharmaceutical forms:

- Intramuscular (IMIG);
- Intravenous (IVIG);
- Subcutaneous (SCIG).

IMIG: Contains not only IgG, but also IgM and IgA, and may include specific immunoglobulins (e.g. anti-hepatitis A/B, measles, smallpox, tetanus, cytomegalovirus, anti-D-Rh). It is primarily used for infection prophylaxis and prevention of haemolytic disease in the fetus/newborn.

IVIG: Comprises over 95% human IgG with trace amounts of IgM and IgA. It is used in the treatment of primary and secondary immunodeficiencies, with well-documented immunomodulatory effects.

SCIG: Contains mainly human IgG and trace amounts of other immunoglobulins. It is indicated in patients with congenital agammaglobulinemia, hypogammaglobulinemia, and other chronic immune deficiencies.

Safety of blood products. Human plasma-derived medicinal products are considered extremely safe, thanks to rigorous viral inactivation and removal processes implemented during their production [Seifried and Mueller, 2011; Marik, 2014]. These safety protocols greatly reduce the risk of transmitting blood-borne pathogens. One of the main advantages of recombinant blood products is their inherent safety from human viruses, as they are produced in controlled biotechnological systems. However,

as noted by some researchers, recombinant products generated using cell lines (e.g., from animals or plants) or transgenic animals may pose a theoretical risk of zoonotic infection, such as transmission of endogenous retroviruses [Marik, 2014]. Furthermore, non-human cell-derived contaminants may elicit allergic or immunogenic responses in some patients.

Notably, intravenous immunoglobulin (IVIG) products have no current recombinant equivalent, due to their polyclonal composition and broad antigen specificity, which are essential for their therapeutic efficacy [Seifried and Mueller, 2011; Marik, 2014]. While recombinant monoclonal antibodies have gained significant traction in the treatment of many diseases, recombinant albumin production remains economically non-viable at present.

Conclusions. Blood-derived medicinal products have undergone a remarkable transformation, evolving from basic transfusion techniques into highly refined pharmaceutical therapies. Advances in biotechnology and purification methods have led to the development of safe, effective, and specific plasma-derived and recombinant therapeutics, including albumins, immunoglobulins, and various coagulation factor concentrates. These products play a crucial role in the management of congenital and acquired bleeding disorders, immune deficiencies, and critical care conditions such as hypovolemia and severe burns.

Albumin, the most abundant plasma protein, is essential for maintaining oncotic pressure and transporting numerous substances. Immunoglobulin preparations – available in intramuscular, intravenous, and subcutaneous forms – are indispensable for prophylaxis and treatment in both immunodeficient and immunomodulatory contexts.

Coagulation factor concentrates have revolutionised the treatment of haemophilia and related disorders, with both plasma-derived and recombinant options available to suit individual clinical needs. Safety concerns associated with blood products have been significantly mitigated by pathogen inactivation procedures and strict regulatory oversight. Recombinant products offer further benefits in terms of pathogen safety, although certain plasma-derived products like intravenous immunoglobulins remain irreplaceable due to their polyclonal nature.

This paper highlights the current state of blood product therapies, their mechanisms, clinical indications, and the evolving role of biotechnology in enhancing their safety and efficacy.

References

1. 6 Factor VIII Concentrates, Factor VIII/von Willebrand Factor Concentrates, Factor IX Concentrates, Activated Prothrombin Complex Concentrates. (2009). *Transfusion medicine and hemotherapy: offizielles Organ der Deutschen Gesellschaft fur Transfusionsmedizin und Immunhamatologie*, 36(6), 409–418.

2. Belinskaia, D. A., Voronina, P. A., & Goncharov, N. V. (2021). Integrative Role of Albumin: Evolutionary, Biochemical and Pathophysiological Aspects. *Journal of evolutionary biochemistry and physiology*, 57(6), 1419–1448. https://doi.org/10.1134/S002209302106020X.

3. Bihari, S., Bannard-Smith, J., & Bellomo, R. (2020). Albumin as a drug: its biological effects beyond volume expansion. *Critical care and resuscitation: journal of the Australasian Academy of Critical Care Medicine*, 22(3), 257–265. https://doi.org/10.1016/S1441-2772(23)00394-0

4. Chai-Adisaksopha, C., Hillis, C., Siegal, D. M., Movilla, R., Heddle, N., Iorio, A., & Crowther, M. (2016). Prothrombin complex concentrates versus fresh frozen plasma for warfarin reversal. A systematic review and meta-analysis. *Thrombosis and haemostasis*, 116(5), 879–890. https://doi.org/10.1160/TH16-04-0266.

5. Collins, P. W., Solomon, C., Sutor, K., Crispin, D., Hochleitner, G., Rizoli, S., Schöchl, H., Schreiber, M., & Ranucci, M. (2014). Theoretical modelling of fibrinogen supplementation with therapeutic plasma, cryoprecipitate, or fibrinogen concentrate. *British journal of anaesthesia*, 113(4), 585–595. https://doi.org/10.1093/bja/aeu086.

6. Costa-Filho, R., Hochleitner, G., Wendt, M., Teruya, A., & Spahn, D. R. (2016). Over 50 Years of Fibrinogen Concentrate. *Clinical and applied thrombosis/hemostasis: official journal of the International Academy of Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 22(2), 109–114. https://doi.org/10.1177/1076029615601494.

7. Epstein J. S. (2010). Alternative strategies in assuring blood safety: An overview. *Biologicals: journal of the International Association of Biological Standardization*, 38(1), 31–35. https://doi.org/10.1016/j.biologicals.2009.10.009.

8. Kingdon, H. S., & Lundblad, R. L. (2002). An adventure in biotechnology: the development of haemophilia A therapeutics – from whole-blood transfusion to recombinant DNA to gene therapy. *Biotechnology and applied biochemistry*, 35(2), 141–148. https://doi.org/10.1042/ba20010082.

9. Liras, A., & García-Trenchard, R. (2013). Treatment for hemophilia: recombinant versus plasma-derived coagulation factors – controversy and debate forever? *An ethical medical challenge?. Expert review of hematology*, 6(5), 489–492. https://doi.org/10.1586/17474086.2013.834798.

10. Mahara, G., Tian, C., Xu, X., & Wang, W. (2023). Revolutionising health care: Exploring the latest advances in medical sciences. *Journal of global health*, 13, 03042. https://doi.org/10.7189/jogh.13.03042.

11. Mannucci P. M. (2003). Hemophilia: treatment options in the twenty-first century. *Journal of thrombosis and haemostasis: JTH*, 1(7), 1349–1355. https://doi.org/10.1046/j.1538-7836.2003.00262.x.

12. Marik P. E. (2014). Transfusion of Blood and Blood Products. *Evidence-Based Critical Care*, 585–619. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11020-2_38.

13. Mousavi Hosseini, K., & Ghasemzadeh, M. (2016). Implementation of Plasma Fractionation in Biological Medicines Production. *Iranian journal of biotechnology*, 14(4), 213–220. https://doi.org/10.15171/ijb.1401.

14. Nair, P. M., Rendo, M. J., Reddoch-Cardenas, K. M., Burris, J. K., Meledeo, M. A., & Cap, A. P. (2020). Recent advances in use of fresh frozen plasma, cryoprecipitate, immunoglobulins, and clotting factors for transfusion support in patients with hematologic disease. *Seminars in hematology*, 57(2), 73–82. https://doi.org/10.1053/j.seminhematol.2020.07.006.

15. Neerman-Arbez, M., & Casini, A. (2018). Clinical Consequences and Molecular Bases of Low Fibrinogen Levels. *International journal of molecular sciences*, 19(1), 192. https://doi.org/10.3390/ijms19010192.

16. Pernemalm, M., Sandberg, A., Zhu, Y., Boekel, J., Tamburro, D., Schwenk, J. M., Björk, A., Wahren-Herlenius, M., Åmark, H., Östenson, C. G., Westgren, M., & Lehtiö, J. (2019). In-depth human plasma proteome analysis captures tissue proteins and transfer of protein variants across the placenta. *eLife*, 8, e41608. https://doi.org/10.7554/eLife.41608.

17. Rocino, A., Coppola, A., Franchini, M., Castaman, G., Santoro, C., Zanon, E., Santagostino, E., Morfini, M., & Italian Association of Haemophilia Centres (AICE) Working Party (2014). Principles of treatment and update of recommendations for the management of haemophilia and congenital bleeding disorders in Italy. *Blood transfusion = Trasfusione del sangue*, 12(4), 575–598. https://doi.org/10.2450/2014.0223-14.

18. Samis A. J. (2008). Delayed gastric emptying in critical illness: is enhanced enterogastric inhibition with cholecystokinin and peptide YY involved?. *Critical care medicine*, 36(5), 1655–1656. https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318170157b.

19. Seifried, E., & Mueller, M. M. (2011). The present and future of Transfusion Medicine. *Blood transfusion = Trasfusione del sangue*, 9(4), 371–376. https://doi.org/10.2450/2011.0097-10.

ENVIRONMENTAL FACTORS, GENETIC POLYMORPHISMS, AND OXIDATIVE STRESS IN THE PATHOGENESIS AND CLINICAL COURSE OF SYSTEMIC LUPUS ERYTHEMATOSUS

Piotr Kamiński[1,2], Zbigniew Guzera[3], Halina Tkaczenko[4], Tomasz Stuczyński[5,6], Natalia Kurhaluk[4]

[1]Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Medicine, Department of Biology and Medical Biochemistry, Division of Ecology and Environmental Protection, Bydgoszcz, Poland,

[2]University of Zielona Góra, Faculty of Biological Sciences, Institute of Biological Sciences, Department of Biotechnology, Zielona Góra, Poland,

[3]Regional Hospital in Starachowice, Department of Rheumatology, Starachowice, Poland,

[4]Pomeranian University in Słupsk, Institute of Biology, Słupsk, Poland,

[5]Soil and Plant Cultivation-Government Scientific Institute, Department of Soil Sciences, Puławy, Poland,

[6]The John Paul II Catholic University of Lublin, Faculty of Natural Sciences and Health, Lublin, Poland

Environmental pollution is a significant risk factor for numerous diseases, including autoimmune disorders such as systemic lupus erythematosus (SLE) [Kamen, 2014; Barbhaiya and Costenbader, 2016]. Lupus is a complex condition characterised by an exaggerated immune response and chronic inflammation, which can lead to tissue and organ damage [Zhang et al., 2020]. Given the increasing levels of environmental contamination, it is crucial to understand the impact of toxic substances on the pathogenesis of SLE in order to develop effective prevention and treatment strategies [Barbhaiya and Costenbader, 2016].

Genetic polymorphisms, or natural variations in DNA sequences, can influence how individuals respond to environmental stimuli and activate defence mechanisms. In patients with SLE, genetic variability may determine the extent of the inflammatory response and immune reactivity, both of which are key factors influencing disease progression and treatment efficacy [Ramos et al., 2010].

The influence of environmental factors on the human body is now regarded as a fundamental element in the pathogenesis of many conditions, disrupting the balance of physiological processes and eventually leading to the clinical manifestation of disease [Sundas et al., 2024]. Autoimmune diseases, in which inflammation is the central pathological process leading to structural damage or organ dysfunction, often originate from the body's reaction to environmental exposures that trigger a cascade of immune responses, resulting in a specific set of symptoms [Chen et al., 2017].

In the case of systemic lupus erythematosus, which is considered a prototypical autoimmune disease, numerous physical (e.g. ultraviolet radiation), chemical (e.g. silica) and biological (e.g. viral infections such as Epstein–Barr virus) factors have been confirmed to play a role in both the onset and exacerbation of inflammatory activity [Jog and James, 2021]. Despite the complex interactions between genetic

predisposition, epigenetic mechanisms, altered immune function and internal and external environmental exposures, it is evident that these elements contribute synergistically to disease development [Martinelli et al., 2024].

Unfavourable lifestyle changes, dietary habits and increased exposure to environmental substances that disrupt cellular homeostasis or promote autoimmunity highlight the importance of investigating potential links between environmental factors and autoimmune diseases. Beyond identifying genetic predispositions and specific environmental triggers, it is essential to understand adverse cellular changes, particularly altered concentrations of chemical elements and oxidative imbalance resulting from impaired antioxidant defences or increased production of reactive oxygen and nitrogen species, as well as intensified lipid peroxidation [Jörg et al., 2016; Murdaca et al., 2021].

The aetiology and progression of systemic lupus erythematosus result from complex interactions between so-called intrinsic factors (primarily genetic predispositions, including HLA-related and non-HLA-related genes) and extrinsic environmental factors, the list of which is continuously evolving (e.g. silica, oestrogens, infections). Epigenetic mechanisms influenced by environmental exposures are also known to promote autoimmunity [Jönsen et al., 2007; Nandakumar and Nündel, 2022].

Due to the limited available data, investigating the associations between these factors and the onset, progression and clinical activity of SLE and other connective tissue diseases (such as Sjögren's syndrome and systemic sclerosis) is particularly important. Therefore, the aim of our study was to:

1) investigate whether and to what extent there are differences in the concentrations of chemical elements (including Na, K, Ca, Mg, Be, Ba, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Al, P, As, Se, Mo, Cd, Sn, Pb, Li, B, Sr and Sb) between patients with SLE and a control group;

2) determine the activity of antioxidant defence processes, levels of the stress-related protein ceruloplasmin, and the intensity of lipid peroxidation (as measured by malondialdehyde, MDA) in patients with SLE;

3) assess the frequency of gene polymorphisms in *PTPN22*, *STAT4*, *CTLA4* and *COL1A1* among SLE patients, taking into account sex, region of residence and the influence of intrinsic factors (WHO, 2021);

4) evaluate the relationships between inflammatory and immunological activity in SLE and the presence of *PTPN22*, *STAT4*, *CTLA4* and *COL1A1* polymorphisms, taking the aforementioned factors into consideration;

5) explore the correlations between concentrations of chemical elements, lifestyle factors, diet, stimulant use, and the inflammatory and immunological activity of SLE;

6) determine the influence of environmental factors on the onset, type and severity of SLE symptoms.

The analysis of genetic polymorphisms and interactions between external and internal environmental factors in this study may contribute to a better understanding of the multifactorial and incompletely understood aetiology of SLE. Investigating the concentrations of chemical elements and the activity of antioxidant mechanisms could

clarify the relationship between environmental influences and inflammatory and immune activity in this disease.

The biological material used for the analysis was blood serum. The study group (n = 119) comprised patients diagnosed with rheumatoid arthritis (RA), Sjögren's syndrome (SS) or systemic lupus erythematosus (SLE). These patients were recruited from University Hospital No. 2 in Bydgoszcz, the Regional Specialist Hospital in Grudziądz and the County Healthcare Centre in Starachowice. The control group (n = 72) comprised healthy volunteers who underwent medical screening at the same hospitals and were selected based on residence in regions corresponding to those of patients with autoimmune diseases.

A second control group from environmentally clean regions (Tuchola Forest and the Mogilno Lake District; n = 288) was also included. This group underwent analysis of the concentration of selected chemical elements, enzymatic activity, ceruloplasmin (CP) levels, lipid peroxidation intensity (malondialdehyde, MDA) and polymorphisms of the glutathione S-transferase (GST) gene family.

The concentration of chemical elements in blood serum was determined using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The activity of the following antioxidant enzymes was measured using commercial assay kits (Cayman Chemicals Co., USA; Wuhan EIAab Science Co., China): superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx) and glutathione reductase (GR). CP concentration and MDA levels were also measured.

Molecular analyses included the assessment of selected gene polymorphisms (*PTPN22*, *STAT4*, *CTLA4*, and *COL1A1*). Genomic DNA was isolated using the MasterPure™ DNA Purification Kit (Epicentre, an Illumina Company). The quality of isolated DNA was assessed by agarose gel electrophoresis, and its quantity was determined spectrophotometrically. Standard electrophoresis protocols were followed using agarose gels, TBE buffer, Midori Green Advance DNA Stain, DNA samples suspended in TE buffer, and a molecular weight marker.

Subsequently, PCR-RFLP (polymerase chain reaction–restriction fragment length polymorphism) was applied using specific restriction enzymes recognizing the polymorphisms of interest. The PCR products were subjected to enzymatic digestion, electrophoretic separation, staining, detection, and image fixation. In addition, questionnaire-based data (age, sex, smoking habits, diet, occupational exposure, comorbidities, past diseases, and hereditary predispositions) were collected to analyze correlations between external factors and molecular or biochemical parameters.

Differences in the concentrations of chemical elements were observed in the patient cohort, which may stem from lifestyle differences, disease activity, comorbidities and place of residence. Significant differences were found in the concentrations of magnesium (Mg) ($p = 0.002$), Mg ($p = 0.011$) and iron (Fe) ($p = 0.020$) between SLE and UCTD, and Mg ($p = 0.011$) and Fe ($p = 0.038$) between SLE and SS. These findings suggest higher inflammatory activity in SLE than in other SCTDs, which may contribute to altered levels of elements involved in antioxidant defence mechanisms. Furthermore, patients with SLE and SS exhibited significantly

different distributions of elemental concentrations compared to the control group, indicating that these differences are associated with systemic connective tissue disease.

Environmental factors related to the patients' place of residence were shown to influence antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation levels in individuals with SCTDs. This highlights the significant role of environmental exposures in modulating oxidative balance. Comparing antioxidant enzyme activities (SOD, CAT and GPx), ceruloplasmin (CP) and lipid peroxidation (MDA) levels between SLE patients and the control group revealed higher SOD, CAT, GPx and CP activity in SLE patients, suggesting stronger antioxidant defence responses in this group.

The genetic analysis revealed that the heterozygous RR variant of the *PTPN22* gene, considered a risk allele for autoimmune diseases, was prevalent in patients with SLE (57.3%) and UCTD (56.2%). Conversely, the homozygous RR variant was dominant in SS patients (66.7%), which suggests that SS may be overdiagnosed in individuals presenting with sicca symptoms. The *STAT4* GG genotype was present in 60% of SLE patients, while the GT variant was found in 22.7% of cases. The T allele, which has been associated with autoimmune susceptibility in previous studies, showed no significant association in this analysis. The results of *CTLA4* and *COL1A1* gene polymorphism analyses did not support a role for these variants in the pathogenesis of SCTDs.

Exposure to harmful environmental factors, including heavy metals, solvents and other chemicals, resulted in an increase in CAT activity, while SOD activity decreased following exposure to heavy metals. These findings suggest that such exposures have a destabilising impact on cellular oxidative balance, potentially promoting the inflammatory processes involved in SCTDs.

Use of immunomodulatory or immunosuppressive medications was associated with reduced lipid peroxidation (as measured by MDA levels) and increased GPx and GR activity, suggesting a beneficial effect on oxidative balance. However, sulfasalazine, chloroquine and hydroxychloroquine did not affect these oxidative stress parameters. The co-occurrence of osteoarthritis with systemic lupus erythematosus was correlated with lower MDA levels ($r = -0.208$, $p = 0.047$), whereas lower CAT activity was observed in patients with Sjögren's syndrome ($r = -0.302$, $p = 0.004$). These results may suggest further oxidative imbalance when two connective tissue diseases coexist.

Exposure to substances such as tobacco and alcohol was associated with elevated inflammation markers (erythrocyte sedimentation rate (ESR) and C-reactive protein (CRP)), while exposure to harmful environmental factors appeared to activate immune processes associated with systemic lupus erythematosus (SLE), particularly a decrease in complement component C3 levels. A strong negative correlation was observed between SLE activity, as measured by the SELENA-SLEDAI scale, and serum zinc concentration ($r = -0.975$, $p = 0.005$). This suggests that there is a relationship between disrupted trace element homeostasis, particularly that involving antioxidant processes, and disease activity.

In patients with cutaneous T-cell lymphoma (CTCL), improper diet, exposure to harmful factors and substance use were found to have the greatest influence on trace

element concentrations. Significant reductions in the levels of certain trace elements were observed in patients diagnosed with SLE (Mg: $r = -0.257$, $p = 0.008$; Fe: $r = -0.244$, $p = 0.013$). Associations between iron levels and exposure to toxic agents, copper levels and sugar consumption, or zinc levels and physical activity may contribute to the increased inflammatory and immunological activity observed in SLE, which is likely to be mediated by oxidative stress mechanisms.

While the diagnosis and treatment of SLE pose considerable challenges for clinicians, the etiopathogenesis of SLE — especially the identification of the mechanisms underlying disease onset and activity fluctuations — remains an area requiring further research, given current scientific knowledge. This is due to the complex interplay between genetic predisposition and environmental factors, both internal and external.

The present study explores the relationships between genetic polymorphisms, environmental changes reflected in altered concentrations of trace elements, the activity of antioxidant defence mechanisms and immunological/inflammatory activity in lupus. The aim is to define the nature and significance of homeostatic disruptions that contribute to cellular damage or physiological imbalance. While numerous reports describe the genetic determinants of SLE susceptibility and the impact of environmental interactions on disease onset or exacerbation, relatively few studies address changes in antioxidant defence mechanisms or trace element imbalances, particularly those involved in counteracting oxidative stress.

The aim of this study is to expand current knowledge about these crucial yet under-explored mechanisms. A better understanding of these processes could help to explain the diverse clinical manifestations of SLE, as well as facilitating the identification of individuals at risk based on genetic susceptibility to specific polymorphisms, and the potential impact of exposure to certain environmental triggers. Furthermore, it may clarify the relationship between microenvironmental changes and the autoimmune processes that lead to inflammation.

Identifying these factors could inform preventive strategies targeting individuals with genetic polymorphisms associated with SLE, potentially reducing their exposure to environmental stimuli that trigger autoimmune responses and clinical disease. This knowledge could also inform efforts to reduce environmental contamination with agents known to play a pathogenic role in SLE development. Ultimately, these insights could contribute to the development of targeted therapeutic strategies aimed at mitigating the consequences of CTCL progression based on the identification of etiopathogenetic components.

The analysis of the studied associations allows for the identification of environmental factors (as recognized by WHO, 2019) relevant to the onset and activity of SLE and the heterogeneity of its clinical presentation. Determining specific gene polymorphisms involved in immune regulation may help identify risk groups for disease onset or more severe disease courses, particularly in the context of environmental exposures. Given the limited understanding of SLE pathogenesis, investigating the interactions between genetic variability and environmental influences

could help elucidate mechanisms responsible for individual symptoms and support the development of more effective prevention and treatment strategies.

References

1. Barbhaiya, M., & Costenbader, K. H. (2016). Environmental exposures and the development of systemic lupus erythematosus. *Current opinion in rheumatology*, 28(5), 497–505. https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000318.

2. Chen, L., Deng, H., Cui, H., Fang, J., Zuo, Z., Deng, J., Li, Y., Wang, X., & Zhao, L. (2017). Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*, 9(6), 7204–7218. https://doi.org/10.18632/oncotarget.23208.

3. Jog, N. R., & James, J. A. (2021). Epstein Barr Virus and Autoimmune Responses in Systemic Lupus Erythematosus. *Frontiers in immunology*, 11, 623944. https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.623944.

4. Jönsen, A., Bengtsson, A. A., Nived, O., Truedsson, L., & Sturfelt, G. (2007). Gene-environment interactions in the aetiology of systemic lupus erythematosus. *Autoimmunity*, 40(8), 613–617. https://doi.org/10.1080/08916930701511051.

5. Jörg, S., Grohme, D. A., Erzler, M., Binsfeld, M., Haghikia, A., Müller, D. N., Linker, R. A., & Kleinewietfeld, M. (2016). Environmental factors in autoimmune diseases and their role in multiple sclerosis. *Cellular and molecular life sciences: CMLS*, 73(24), 4611–4622. https://doi.org/10.1007/s00018-016-2311-1.

6. Kamen D. L. (2014). Environmental influences on systemic lupus erythematosus expression. *Rheumatic diseases clinics of North America*, 40(3), 401–vii. https://doi.org/10.1016/j.rdc.2014.05.003.

7. Martinelli, S., Nannini, G., Cianchi, F., Coratti, F., & Amedei, A. (2024). The Impact of Microbiota–Immunity–Hormone Interactions on Autoimmune Diseases and Infection. *Biomedicines*, 12(3), 616. https://doi.org/10.3390/biomedicines12030616.

8. Murdaca, G., Greco, M., Borro, M., & Gangemi, S. (2021). Hygiene hypothesis and autoimmune diseases: A narrative review of clinical evidences and mechanisms. *Autoimmunity reviews*, 20(7), 102845. https://doi.org/10.1016/j.autrev.2021.102845.

9. Nandakumar, K. S., & Nündel, K. (2022). Editorial: Systemic lupus erythematosus - predisposition factors, pathogenesis, diagnosis, treatment and disease models. *Frontiers in immunology*, 13, 1118180. https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1118180.

10. Ramos, P. S., Brown, E. E., Kimberly, R. P., & Langefeld, C. D. (2010). Genetic factors predisposing to systemic lupus erythematosus and lupus nephritis. *Seminars in nephrology*, 30(2), 164–176. https://doi.org/10.1016/j.semnephrol.2010.01.007.

11. Sundas, A., Contreras, I., Mujahid, O., Beneyto, A., & Vehi, J. (2024). The Effects of Environmental Factors on General Human Health: A Scoping Review. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 12(21), 2123. https://doi.org/10.3390/healthcare12212123.

12. Zhang, C. X., Wang, H. Y., Yin, L., Mao, Y. Y., & Zhou, W. (2020). Immunometabolism in the pathogenesis of systemic lupus erythematosus. *Journal of translational autoimmunity*, 3, 100046. https://doi.org/10.1016/j.jtauto.2020.100046.

GENE–ENVIRONMENT INTERACTIONS AND TRACE ELEMENT PROFILES IN POLYARTICULAR ARTHROPATHIES: COMPARATIVE ANALYSIS OF OSTEOARTHRITIS, RHEUMATOID ARTHRITIS, AND GOUT

Piotr Kamiński[1,2], Piotr Ignaczak[3], Natalia Kurhaluk[4], Tomasz Stuczyński[5,6], Halina Tkaczenko[4]

[1]Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Medicine, Department of Biology and Medical Biochemistry, Division of Ecology and Environmental Protection, Bydgoszcz, Poland,

[2]University of Zielona Góra, Faculty of Biological Sciences, Institute of Biological Sciences, Department of Biotechnology, Zielona Góra, Poland,

[3]University Hospital No. 2 named Dr. J. Biziel in Bydgoszcz, Department of Rheumatology and Systemic Connective Tissue Diseases with the Clinical Department of the Spa Rheumatological Rehabilitation, Bydgoszcz,

[4]Pomeranian University in Słupsk, Institute of Biology, Słupsk, Poland,

[5]Soil and Plant Cultivation-Government Scientific Institute, Department of Soil Sciences, Puławy, Poland,

[6]The John Paul II Catholic University of Lublin, Faculty of Natural Sciences and Health, Lublin, Poland

Joint diseases pose a significant challenge to contemporary medicine [Kahlenberg and Fox, 2011]. According to a 2019 report by the World Health Organization (WHO), musculoskeletal disorders account for almost half of all chronic conditions in people over the age of 65 [Liu et al., 2022]. These conditions also pose a significant medical and socioeconomic burden to working-age populations. Hundreds of millions of people worldwide suffer from various forms of joint disease [Li et al., 2024]. A particularly important group of joint disorders are the so-called polyarticular arthropathies (PAs). These constitute a heterogeneous spectrum of diseases characterised by the involvement of multiple joints. The most prevalent examples include osteoarthritis (OA), rheumatoid arthritis (RA) and gout (G) [Saalfeld et al., 2021].

While these diseases share certain clinical similarities, particularly joint pain, inflammation and reduced mobility, each exhibits distinct symptoms, progression and pathophysiological mechanisms [Alpay-Kanıtez et al., 2018]. Despite extensive research, the aetiology and pathogenesis of many of these disorders remain incompletely understood. It is now widely accepted that they have multifactorial origins, involving genetic susceptibility, environmental exposures, and dysregulated immune responses. While each condition within the OA group likely arises from a unique combination of contributing factors, shared pathways — particularly those affecting joint integrity and immune activation — may underlie their development [Alpay-Kanıtez et al., 2018; Akhondi and Gupta, 2023].

Rheumatoid arthritis is primarily an autoimmune condition characterised by systemic inflammation and destruction of the synovial joints [Smolen et al., 2016].

Gout is a metabolic disorder involving hyperuricaemia and the deposition of monosodium urate crystals in the joints [Dalbeth et al., 2021]. Osteoarthritis, on the other hand, is largely driven by mechanical and biological factors that lead to progressive cartilage degradation [Glyn-Jones et al., 2015]. While these diseases have different primary causes, they share some mechanisms, such as oxidative stress, pro-inflammatory cytokine release and tissue remodelling [da Fonseca et al., 2019; Wu et al., 2022; Riegger et al., 2023].

Genetic predisposition plays a notable role, particularly through polymorphisms in genes that regulate immune responses and metabolic pathways. Epigenetic factors, including DNA methylation and histone modifications, have also been implicated in modulating disease risk, particularly in autoimmune forms such as RA [Firestein and McInnes, 2017]. These mechanisms may influence not only individual susceptibility to disease, but also the relationships between different types of polyarticular arthropathies [Gao et al., 2024]. Continued research into the molecular basis of these disorders is essential for developing targeted therapies and personalised treatment strategies [Gao et al., 2024]. A better understanding of the shared and distinct aetiological pathways among polyarticular arthropathies could provide critical insights into their prevention and management.

The study material consisted of blood serum. The study group (n = 184) comprised patients diagnosed with osteoarthritis (OA; n = 57), rheumatoid arthritis (RA; n = 111) and gout (G; n = 16). These patients were recruited from the University Hospital in Bydgoszcz, the Regional Specialist Hospital in Grudziądz and the Regional Health Care Facility in Starachowice.

The following analyses were conducted. The presence of genetic polymorphisms in the *PTPN22*, *CTLA4*, *STAT4* and *COL1A1* genes; the concentrations of selected macronutrients and micronutrients (Na, K, Ca, Mg, Be, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Al, Si, P, S, As, Se, Mo and Cd); activity of the antioxidant enzymes superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx) and glutathione reductase (GR); levels of the stress protein ceruloplasmin (CP); intensity of lipid peroxidation, as determined by malondialdehyde (MDA) concentration. These analyses were compared with environmental determinants identified through a questionnaire.

Significant differences in the distribution of selected elements ($p < 0.05$) were observed among the studied arthropathies, specifically for Mg, Co, K, Al, Cr and Mn. Strong associations were found for Al and Mn ($p < 0.01$). The median concentrations of K and Ca were highest in the gout group, lowest in RA, and lower in OA. Conversely, median levels of aluminium (Al), chromium (Cr), and manganese (Mn) were lowest in gout, higher in osteoarthritis (OA), and highest in rheumatoid arthritis (RA). Magnesium concentration was highest in OA, lower in G, and lowest in RA. No significant differences in antioxidant enzyme activity were found among the disease groups. However, a statistically significant difference in ceruloplasmin concentration was noted ($p = 0.012$): the highest levels were found in RA patients (median = 460.5), followed by G patients (median = 392.6), and the lowest levels were found in OA patients (median = 316.5).

Regarding the *COL1A1* gene, a significant difference in the frequency of the '0', GG and GT genotypes was observed between OA and RA patients. Polymorphic variants were significantly more prevalent in OA patients than in RA patients (35.9% vs. 4.7%). Similarly, the frequency of the '0' and GG genotypes differed significantly between OA and RA patients, with polymorphisms being more prevalent in the OA group (83% vs. 45.8%). No *CTLA4* gene polymorphisms were detected in the RA group. However, in both OA and gout, >60% of patients exhibited AA, GA, or GG polymorphic variants. Due to the low expected frequencies, it was not feasible to perform a statistical test for genotype distribution in *CTLA4*.

Significant associations were identified between element concentrations and specific genetic polymorphisms, which varied by disease type. In osteoarthritis, such correlations were found between the *STAT4* gene and the levels of sodium (Na), calcium (Ca) and zinc (Zn); the COL1A1 gene and sodium (Na) and magnesium (Mg); the *PTPN22* gene and cobalt (Co), nickel (Ni) and tin (Sn); and the *CTLA4* gene and nickel (Ni). A particularly strong association ($p < 0.01$) was found between the *STAT4* GG genotype and Zn concentration. Patients with the GG allele had the lowest serum Zn levels, whereas those without polymorphic variants had the highest. This suggests a potential link between lower Zn levels and a higher frequency of *STAT4* polymorphisms in OA. In RA and G, fewer associations were observed, involving only the *STAT4* gene. In RA, the presence of a *STAT4* polymorphism was found to correlate with Ba levels, while in G, associations were found with Fe and As concentrations.

In rheumatoid arthritis, the relationship between the residential environment and levels of the enzymes glutathione reductase (GR), glutathione peroxidase (GPx) and catalase (CAT) was influenced by the presence or absence of *STAT4* gene polymorphisms. The absence of these polymorphisms was more prevalent in the Bydgoszcz region than in the Grudziądz region, and was associated with higher enzyme activity compared to individuals with GG and GT polymorphisms. Consequently, patients from the Bydgoszcz region exhibited higher enzymatic activity.

In osteoarthritis, SOD activity were lower in individuals with the GG polymorphism of the *COL1A1* gene than in those with no identified polymorphisms (“0”). In the Bydgoszcz region, significantly lower levels of ceruloplasmin (CP) were observed, while the Grudziądz region exhibited significantly higher GPx activity. GPx and CP activity depended strongly on geographic region ($p < 0.01$). CP concentrations were higher in women than in men, whereas the opposite trend was observed for malondialdehyde (MDA).

Significant associations were observed between diet, smoking, lifestyle and oxidative stress markers in OA. Moderate exposure to harmful environmental factors was significantly associated with GR activity. A history of smoking was associated with decreased CP levels. Increased vegetable consumption was found to significantly reduce arsenic levels ($p = 0.04$), whereas higher fish intake was found to significantly increase arsenic concentrations ($p = 0.009$) and selenium levels ($p = 0.031$). Serum tin (Sn) levels were associated with self-reported exposure to harmful agents. Cadmium (Cd) concentrations were linked to past tobacco use. In OA patients, Cd levels were significantly higher in former smokers than in never-smokers (median = 0.08 vs. 0.01,

p = 0.002). A similar relationship was found for lead (median = 5.75 µg/L vs. 4.05 µg/L, p = 0.029).

Understanding the genetic background in the context of environmental influences and their combined impact on trace element levels and defence mechanisms may broaden our knowledge of each disease individually. While comparative studies have provided insight into differences between diseases, they have also highlighted shared features. This study focused on three diseases belonging to the group of polyarticular arthropathies. Despite some similarities, especially with regard to joint involvement, these diseases are fundamentally different. OA is predominantly associated with mechanical degeneration, RA with autoimmune processes and gout with metabolic dysregulation. However, as this study attempts to demonstrate, these seemingly disparate diseases share many common features — possibly more than are currently recognised. Identifying such overlaps may be particularly valuable for OA.

While significant progress has been made in the treatment of RA in recent years, particularly due to the introduction of biologic agents, and therapeutic strategies for gout have become more effective due to a clear understanding of its hyperuricemic origin, progress in OA treatment remains limited. Demonstrating shared pathways between these conditions could pave the way for adapting RA-based therapeutic approaches to OA, at least in certain respects.

Analysing gene–environment interactions could provide a deeper understanding of the mechanisms underlying polyarticular arthropathies (PAAs) and suggest new research and therapy directions. This is particularly important for OA, for which options for causative treatment remain limited. Identifying the presence and type of polymorphisms in genes that are crucial for PAA regulation could help to identify high-risk populations for disease onset or aggressive progression, particularly in relation to environmental exposure. Integrating these data enables a multifactorial analysis of the external influences that trigger epigenetic processes in PAA pathogenesis.

References

1. Akhondi, H., & Gupta, N. Polyarticular Arthritis. [Updated 2023 Jul 3]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537170/.

2. Alpay-Kanıtez, N., Çelik, S., & Bes, C. (2018). Polyarthritis and its differential diagnosis. *European journal of rheumatology*, 6(4), 167–173. https://doi.org/10.5152/eurjrheum.2019.19145.

3. da Fonseca, L. J. S., Nunes-Souza, V., Goulart, M. O. F., & Rabelo, L. A. (2019). Oxidative Stress in Rheumatoid Arthritis: What the Future Might Hold regarding Novel Biomarkers and Add-On Therapies. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2019, 7536805. https://doi.org/10.1155/2019/7536805.

4. Dalbeth, N., Gosling, A. L., Gaffo, A., & Abhishek, A. (2021). Gout. *Lancet (London, England)*, 397(10287), 1843–1855. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00569-9.

5. Firestein, G. S., & McInnes, I. B. (2017). Immunopathogenesis of Rheumatoid Arthritis. *Immunity*, 46(2), 183–196. https://doi.org/10.1016/j.immuni.2017.02.006.

6. Gao, Y., Zhang, Y., & Liu, X. (2024). Rheumatoid arthritis: pathogenesis and therapeutic advances. *MedComm*, 5(3), e509. https://doi.org/10.1002/mco2.509.

7. Glyn-Jones, S., Palmer, A. J., Agricola, R., Price, A. J., Vincent, T. L., Weinans, H., & Carr, A. J. (2015). Osteoarthritis. *Lancet (London, England)*, 386(9991), 376–387. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60802-3.

8. Kahlenberg, J. M., & Fox, D. A. (2011). Advances in the medical treatment of rheumatoid arthritis. *Hand clinics*, 27(1), 11–20. https://doi.org/10.1016/j.hcl.2010.09.002.

9. Li, H. Z., Liang, X. Z., Sun, Y. Q., Jia, H. F., Li, J. C., & Li, G. (2024). Global, regional, and national burdens of osteoarthritis from 1990 to 2021: findings from the 2021 global burden of disease study. *Frontiers in medicine*, 11, 1476853. https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1476853.

10. Liu, S., Wang, B., Fan, S., Wang, Y., Zhan, Y., & Ye, D. (2022). Global burden of musculoskeletal disorders and attributable factors in 204 countries and territories: a secondary analysis of the Global Burden of Disease 2019 study. *BMJ open*, 12(6), e062183. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-062183.

11. Riegger, J., Schoppa, A., Ruths, L., Haffner-Luntzer, M., & Ignatius, A. (2023). Oxidative stress as a key modulator of cell fate decision in osteoarthritis and osteoporosis: a narrative review. *Cellular & molecular biology letters*, 28(1), 76. https://doi.org/10.1186/s11658-023-00489-y.

12. Saalfeld, W., Mixon, A. M., Zelie, J., & Lydon, E. J. (2021). Differentiating Psoriatic Arthritis from Osteoarthritis and Rheumatoid Arthritis: A Narrative Review and Guide for Advanced Practice Providers. *Rheumatology and therapy*, 8(4), 1493–1517. https://doi.org/10.1007/s40744-021-00365-1.

13. Smolen, J. S., Aletaha, D., & McInnes, I. B. (2016). Rheumatoid arthritis. *Lancet (London, England)*, 388(10055), 2023–2038. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30173-8.

14. Wu, Z. D., Yang, X. K., He, Y. S., Ni, J., Wang, J., Yin, K. J., Huang, J. X., Chen, Y., Feng, Y. T., Wang, P., & Pan, H. F. (2022). Environmental factors and risk of gout. *Environmental research*, 212(Pt C), 113377. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113377.

NEUROBIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ALTERATIONS IN OPIOID ADDICTION: ELEMENTAL IMBALANCE, OXIDATIVE STRESS AND GENETIC POLYMORPHISMS

Piotr Kamiński[1,2], Małgorzata Lorek[1], Natalia Kurhaluk[3], Tomasz Stuczyński[4,5], Halina Tkaczenko[3]

[1]Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Medicine, Department of Biology and Medical Biochemistry, Division of Ecology and Environmental Protection, Bydgoszcz, Poland,

[2]University of Zielona Góra, Faculty of Biological Sciences, Institute of Biological Sciences, Department of Biotechnology, Zielona Góra, Poland,

[3]Pomeranian University in Słupsk, Institute of Biology, Słupsk, Poland,

[4]Soil and Plant Cultivation-Government Scientific Institute, Department of Soil Sciences, Puławy, Poland,

[5]The John Paul II Catholic University of Lublin, Faculty of Natural Sciences and Health, Lublin, Poland

Opioid addiction is a chronic and relapsing disorder of the central nervous system. It is characterised by a complex aetiology, diverse molecular mechanisms, a variable clinical course and challenging treatment [Koob and Volkow, 2016]. The development and persistence of opioid use disorder (OUD) are influenced by a combination of genetic, environmental and psychosocial factors [Volkow and Blanco, 2021].

At a neurobiological level, addiction is associated with the dysregulation of brain systems that are responsible for reward processing and motivational control [Edwards and Koob, 2010]. Chronic opioid exposure and repeated cycles of intoxication and withdrawal induce profound neuroadaptive changes. These include synaptic neuroplasticity within the mesolimbic reward system, alterations in neuronal network connectivity, disruptions in neurochemical signalling and imbalances between major neurotransmitter systems, such as dopamine, glutamate, GABA and endogenous opioids [Christie, 2008; Chan and Lutfy, 2016]. These changes underlie the compulsive nature of opioid-seeking behaviour and increase vulnerability to relapse [Bailey and Connor, 2005].

According to data from the National Bureau for Drug Prevention (Krajowe Biuro ds. Przeciwdziałania Narkomanii), it was estimated that around 15,000 people in Poland were opioid addicts in 2018. However, not everyone who uses psychoactive substances will develop a clinically significant substance use disorder [Volkow and Blanco, 2023]. While a substantial proportion of the population may experiment with such substances at some point in their lives, only a small percentage will go on to become addicted. Even for highly addictive substances such as opioids, the lifetime risk of developing opioid use disorder (OUD) during chronic pain management is estimated to range between 8% and 12% [Fishbain et al., 2008].

Despite growing public health concerns, our understanding of individual vulnerability, the neurobiological underpinnings of opioid addiction, and effective intervention strategies remains incomplete and requires further scientific investigation.

Comprehensive public education and increased research funding are essential to improving prevention and treatment strategies for both the general population and those at risk [Volkow and Blanco, 2023].

This study aimed to assess the neurobiological, biochemical and genetic factors associated with opioid addiction. Specifically, we examined changes in plasma elemental composition, oxidative stress indicators and antioxidant defence mechanisms, as well as the prevalence of certain genetic variations potentially associated with opioid use disorder (OUD). We also evaluated sociodemographic and occupational risk factors to better understand individual susceptibility to opioid dependence.

The study group (n = 73) comprised patients addicted to opioids undergoing methadone substitution therapy at addiction treatment centres in Lublin, Łódź, Szczecin and Bydgoszcz. The control group (n = 60) comprised healthy adult volunteers from Bydgoszcz and the surrounding area with no history of opioid or other psychoactive substance use.

The concentrations of the following elements were determined in plasma samples collected from all participants using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS): calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na), potassium (K), phosphorus (P), manganese (Mn), iron (Fe), copper (Cu), cobalt (Co), zinc (Zn), chromium (Cr), nickel (Ni), thallium (Tl), selenium (Se), aluminum (Al), boron (B), molybdenum (Mo), vanadium (V), tin (Sn), antimony (Sb), silver (Ag), strontium (Sr), barium (Ba), cadmium (Cd), mercury (Hg), arsenic (As), lead (Pb), beryllium (Be), scandium (Sc), yttrium (Y), lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr), neodymium (Nd), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbium (Yb), lutetium (Lu), and indium (In).

The activities of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx) and glutathione reductase (GR) were assessed as part of the evaluation of enzymatic antioxidant defence mechanisms in the plasma. Non-enzymatic antioxidant parameters were also measured, including reduced glutathione (GSH), bilirubin, uric acid, vitamin E and retinol, as well as the stress-related protein ceruloplasmin (CP) and malondialdehyde (MDA), a marker of lipid peroxidation. These biochemical analyses were conducted using commercial kits (PZ Cormay, Cayman Chemicals Co., Wuhan EIAab Science) and HPLC methods.

Associations between these biochemical parameters and opioid addiction were evaluated. Additionally, molecular studies were performed on blood samples using the PCR-RFLP technique to detect genetic polymorphisms potentially linked to increased susceptibility to opioid dependence. Multivariate logistic regression analysis identified several significant predictors of opioid dependence. The most prominent risk factors were male sex (OR = 7.55; $p < 0.01$), residence in large urban areas (OR = 2.79; $p = 0.003$), occupation type (OR = 19.98; $p < 0.01$) and family history of opioid or other drug addiction (OR = 5.99; $p = 0.003$). Other factors significantly associated with opioid addiction were age, level of education, degree of occupational exposure to harmful agents and length of time employed in a given workplace.

Individuals in the opioid-dependent group were significantly more likely to smoke tobacco (87.7%) than those in the control group (23.3%; $p < 0.001$), and they smoked for longer and consumed more cigarettes. Occupational exposure to harmful agents was also more prevalent in the opioid-dependent group (8.0%) than in the control group (6.7%; $p = 0.045$). A slightly higher proportion of individuals in the opioid-dependent group (6.3%) had documented exposure to heavy metals than in the control group (0.0%; $p = 0.049$). Depressive disorders were significantly more prevalent among opioid-dependent patients (42.5%) than in the control group (10.0%; $p < 0.001$).

Significant alterations in plasma mineral concentrations were noted in the dependent group, including lower phosphorus levels and elevated sodium, potassium, and calcium concentrations ($p < 0.001$, $p < 0.05$, $p < 0.05$, and $p < 0.001$, respectively), which suggests metabolic disturbances that may be induced by chronic opioid use. Significant increases were observed in the levels of trace elements [manganese (Mn), iron (Fe), copper (Cu), cobalt (Co), zinc (Zn), chromium (Cr), nickel (Ni), thallium (Tl), selenium (Se), aluminium (Al), boron (B), molybdenum (Mo), vanadium (V), tin (Sn), antimony (Sb), silver (Ag), strontium (Sr) and barium (Ba)] ($p < 0.001$).

There were 95 statistically significant correlations between elemental concentrations in the control group and 348 in the opioid-dependent group, indicating substantial alterations in mineral homeostasis. The elements with the highest number of correlations in the opioid-dependent group were Pr (30), Na (29), Mn (29), Y (29), Sc (28), La (28), Cr (27), Al (26), Ca (24) and Sb (24). The strongest correlations among opioid-dependent individuals included: Na–Ca ($\rho = 0.83$), Y–La ($\rho = 0.76$), Ce–Pr ($\rho = 0.71$), La–Pr ($\rho = 0.71$), Pr–Al ($\rho = 0.70$), Cr–Ni ($\rho = 0.69$) and Mn–Cr ($\rho = 0.67$), Y–Ce ($\rho = 0.66$), Y–Pr ($\rho = 0.66$) and La–Al ($\rho = 0.65$). These results suggest significant disturbances in mineral interactions and systemic oxidative stress.

The most significant correlations with chemical elements were observed for the following in the group of opioid-dependent individuals: MDA (seven correlations), α-tocopherol (six correlations) and SOD (six correlations). The strongest statistically significant positive correlations within the patient group were found between Mg and MDA ($\rho = 0.48$) and between Sb and MDA ($\rho = 0.48$). Individuals dependent on opioids were found to have significantly lower SOD and GPx activities compared to the control group ($p < 0.001$). Conversely, significantly higher CAT ($p < 0.001$) and GR ($p = 0.001$) activity, as well as higher plasma ceruloplasmin (CP) ($p < 0.001$), bilirubin ($p < 0.001$), retinol ($p < 0.001$), α-tocopherol ($p < 0.001$) and uric acid ($p = 0.018$) concentrations were observed in opioid-dependent individuals.

These results confirm that enzymatic and non-enzymatic antioxidant defence systems complement each other. Five significant correlations were noted in the control group and eight in the patient group. Two statistically significant differences were identified for the *ANKK1 Taq1A* polymorphism. A greater proportion of opioid-dependent individuals carried the TT genotype (47.9%) than the control group (12.1%) ($p < 0.001$), whereas the CC genotype was more prevalent in the control group (58.6%) than among opioid users (15.1%) ($p < 0.001$).

Two significant differences were also observed for the *DRD2-141C Ins/Del* polymorphism. A higher proportion of opioid-dependent individuals had the *Ins/Ins* genotype (100%) than in the control group (93.1%; $p = 0.022$). Conversely, the *Ins/Del* genotype was only present in the control group (6.9%) and absent in the patient group (0%; $p = 0.022$). Among opioid-dependent individuals with the *ANKK1 Taq1A–TT* genotype, concentrations of sodium (Na), aluminium (Al), iron (Fe), manganese (Mn), yttrium (Y), lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr), and terbium (Tb) were significantly lower than in individuals with CT or CC genotypes ($p < 0.05$). Analysis of variance revealed significant interactions between disease status (patients vs. controls), genotype (*ANKK1 Taq1A–CT*, *DRD2 Taq1B–GA* and *DRD2 Taq1B–AA*) and environmental/lifestyle factors, such as vegetable and dairy consumption and occupational exposure to harmful agents, in influencing the levels of chemical elements and uric acid.

Regression models for enzymatic and non-enzymatic antioxidant defence parameters in the patient group revealed strong associations between SOD levels and its strongest predictors: Na and Pb (explaining 81% of the variance) and between GPx levels and its main predictors: La, Nd and Er (79% of variance). These findings suggest a significant relationship between environmental and genetic factors and opioid addiction. The strongest predictors of opioid dependence are male sex, residence in large urban areas, occupation (manual labour, unemployment or retirement/disability status) and family history of opioid addiction.

Patients with opioid dependence demonstrated significant disruptions in elemental homeostasis. Elevated concentrations of various microelements [manganese (Mn), iron (Fe), copper (Cu), cobalt (Co), zinc (Zn), chromium (Cr), nickel (Ni), thallium (Tl), selenium (Se), aluminium (Al), boron (B), molybdenum (Mo), vanadium (V), tin (Sn), antimony (Sb), silver (Ag), strontium (Sr) and barium (Ba)) and toxic metals (cadmium (Cd), mercury (Hg), arsenic (As) and lead (Pb)] may suggest their involvement in the pathogenesis of opioid addiction. Cadmium (Cd), lead (Pb), nickel (Ni) and manganese (Mn) appear to be the most influential contributors to increased susceptibility to opioid dependence. The elements showing the highest number of correlations with others in the addicted group, such as scandium (Sc), praseodymium (Pr), sodium (Na), manganese (Mn), lanthanum (La), chromium (Cr), aluminium (Al), calcium (Ca) and antimony (Sb), may be key factors in addiction development.

Reduced activity of antioxidant enzymes, such as superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GPx), supports the hypothesis of impaired antioxidant defence systems in individuals dependent on opioids. Specific genetic variants – *ANKK1 Taq1A* TT and *DRD2-141C Ins/Del* (*Ins/Ins*) – may act as potential genetic markers that increase susceptibility to opioid dependence.

The observed association between opioid dependence, elevated levels of toxic elements and the induction of oxidative stress underscores the role of epigenetic mechanisms in the development of addiction. Oxidative stress and certain chemical elements can both influence epigenetic chromatin modifications, such as histone acetylation and promoter methylation of inflammation-related genes. This leads to their overexpression and promotes vulnerability to addiction. Addiction is increasingly

recognised as a complex disorder driven by the interaction of genetic, environmental and psychosocial factors. The necessity to use psychoactive substances, including opioids, is often initiated and reinforced through these intertwined mechanisms.

Individuals with opioid addiction are at high risk of disturbances to numerous homeostatic processes. Findings from this study suggest that elemental homeostasis, antioxidant defences, environmental exposures, genetic predispositions and socio-psychological determinants are interconnected and influence the addiction pathway jointly. It is estimated that genetic factors account for 40–60% of an individual's susceptibility to developing a drug addiction. This suggests that genetics likely contributes to around half of the overall risk. Gene-gene (epistasis) and gene-environment interactions play a crucial role in determining whether an individual is more or less vulnerable to such complex disorders.

The demonstrated association between opioid dependence, increased levels of toxic elements and the induction of oxidative stress further supports the hypothesis that epigenetic mechanisms, altered through exposure to oxidative agents and heavy metals (including those found in cigarette smoke), contribute to addiction susceptibility. These epigenetic modifications may include the acetylation of histones and the methylation of DNA promoters of genes involved in neuroinflammation and reward signalling. This ultimately leads to the dysregulation of these pathways and enhanced vulnerability to substance use disorders.

References

1. Bailey, C. P., & Connor, M. (2005). Opioids: cellular mechanisms of tolerance and physical dependence. *Current opinion in pharmacology*, 5(1), 60–68. https://doi.org/10.1016/j.coph.2004.08.012.

2. Chan, P., & Lutfy, K. (2016). Molecular Changes in Opioid Addiction: The Role of Adenylyl Cyclase and cAMP/PKA System. *Progress in molecular biology and translational science*, 137, 203–227. https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.10.005.

3. Christie M. J. (2008). Cellular neuroadaptations to chronic opioids: tolerance, withdrawal and addiction. *British journal of pharmacology*, 154(2), 384–396. https://doi.org/10.1038/bjp.2008.100.

4. Edwards, S., & Koob, G. F. (2010). Neurobiology of dysregulated motivational systems in drug addiction. *Future neurology*, 5(3), 393–401. https://doi.org/10.2217/fnl.10.14.

5. Fishbain, D. A., Cole, B., Lewis, J., Rosomoff, H. L., & Rosomoff, R. S. (2008). What percentage of chronic nonmalignant pain patients exposed to chronic opioid analgesic therapy develop abuse/addiction and/or aberrant drug-related behaviors? A structured evidence-based review. *Pain medicine (Malden, Mass.)*, 9(4), 444–459. https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2007.00370.x.

6. Koob, G. F., & Volkow, N. D. (2016). Neurobiology of addiction: a neurocircuitry analysis. *The lancet. Psychiatry*, 3(8), 760–773. https://doi.org/10.1016/S2215-0366(16)00104-8.

7. Volkow, N. D., & Blanco, C. (2021). The changing opioid crisis: development, challenges and opportunities. *Molecular psychiatry*, 26(1), 218–233. https://doi.org/10.1038/s41380-020-0661-4.

8. Volkow, N. D., & Blanco, C. (2023). Substance use disorders: a comprehensive update of classification, epidemiology, neurobiology, clinical aspects, treatment and prevention. *World psychiatry: official journal of the World Psychiatric Association (WPA)*, 22(2), 203–229. https://doi.org/10.1002/wps.21073.

ENVIRONMENTAL AND GENETIC RISK FACTORS IN THE PATHOGENESIS OF WET AGE-RELATED MACULAR DEGENERATION

Piotr Kamiński[1,2], Sylwia Brodzka[1], Halina Tkaczenko[3], Tomasz Stuczyński[4,5], Natalia Kurhaluk[3]

[1]Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Medicine, Department of Biology and Medical Biochemistry, Division of Ecology and Environmental Protection, Bydgoszcz, Poland,

[2]University of Zielona Góra, Faculty of Biological Sciences, Institute of Biological Sciences, Department of Biotechnology, Zielona Góra, Poland,

[3]Pomeranian University in Słupsk, Institute of Biology, Słupsk, Poland,

[4]Soil and Plant Cultivation-Government Scientific Institute, Department of Soil Sciences, Puławy, Poland,

[5]The John Paul II Catholic University of Lublin, Faculty of Natural Sciences and Health, Lublin, Poland

Age-related macular degeneration (AMD) is one of the leading causes of vision loss in older people worldwide. It affects the macula, the central part of the retina responsible for sharp vision and the recognition of fine details [Vyawahare and Shinde, 2022]. AMD causes the progressive degeneration of retinal cells, which significantly impairs patients' quality of life by limiting their ability to perform everyday tasks such as reading or driving [Amini et al., 2023]. Numerous studies have highlighted the complex pathogenesis of AMD, in which environmental and immunogenetic factors play essential roles [Flores et al., 2021; Thomas et al., 2021; Guymer and Campbell, 2023]. Exposure to risk factors such as smoking, obesity, hypertension and an unhealthy diet may increase susceptibility to AMD [Heesterbeek et al., 2020; Saigal et al., 2025]. Additionally, research on genetic polymorphisms suggests that inherited predispositions significantly affect the risk of developing the disease, indicating substantial gene–environment interaction [Singh and Tyagi, 2018].

Traditionally associated with individuals over 50 years of age, AMD is increasingly being diagnosed in younger populations [Guymer and Campbell, 2023]. Among Caucasians, it remains the leading cause of blindness [Ayoub and Patel, 2009]. Despite extensive research, the underlying molecular mechanisms of AMD remain incompletely understood. However, oxidative stress is widely recognised as a key

contributor to disease progression [Kushwah et al., 2023]. Environmental stressors can lead to structural alterations in the macula, resulting in subretinal haemorrhages, drusen formation and photoreceptor damage [Parmar et al., 2025].

AMD is classified into two forms: dry (atrophic), which progresses slowly, and wet (exudative), which is more aggressive and threatens vision [Deng et al., 2021]. This study focuses on the analysis of the wet form of AMD. AMD development is considered to involve four main stages: 1) lipofuscinogenesis, involving the accumulation of lipofuscin in the retinal pigment epithelium (RPE); 2) drusogenesis, involving the deposition of drusen due to impaired phagocytosis of lipofuscin; 3) localised inflammation; and 4) neovascularisation, involving the growth of abnormal blood vessels under the retina, particularly in the macular region, leading to RPE degradation [Nowak, 2014].

This study aimed to investigate the relationship between environmental exposure, trace element homeostasis, antioxidant defence mechanisms and selected genetic polymorphisms in patients with wet form of AMD. The aim was to identify potential biomarkers and evaluate the interaction between genetic and environmental factors that contribute to AMD susceptibility and progression.

Whole blood and plasma samples were collected from 83 patients with age-related macular degeneration and 121 healthy volunteers, all of whom were from the Lubusz Voivodeship in Poland. Sociodemographic and internal risk factors were analysed, including place of residence, sex, age, diet, addictions, comorbidities and pharmacotherapy.

The concentration of the following chemical elements in blood was measured using ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry): Ca, Mg, Na, K, P, Mn, Fe, Zn, Cu, Se, Mo, Cr, Li, V, Co, Ag, Ba, Ti, Tl, Sr, Al, Ni, Sn, B, Sb, Hg, Cd, Pb, As and Be. The activity of the key antioxidant enzymes superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx) and glutathione reductase (GR) was determined using commercial assay kits from Cayman Chemicals Co. Non-enzymatic antioxidants, such as glutathione (GSH), bilirubin, uric acid, all-trans retinol and alpha-tocopherol, were quantified using assay kits from Cayman Chemicals Co., Cormay and high-performance liquid chromatography (HPLC). Lipid peroxidation was evaluated by measuring malondialdehyde (MDA) levels using reagents from Cayman Chemicals Co., while ceruloplasmin (CP), an acute-phase protein, was assessed using kits from Wuhan EIA Lab Science Co. Genotyping was performed for selected polymorphisms in the *GSTT1*, *GSTM1* and IL-4 (*C589T*) genes. We also attempted to analyse polymorphisms in the *VEGF-A* gene, which is involved in angiogenesis and may contribute to the neovascularisation process in wet AMD.

The analysis revealed statistically significant differences relating to gender ($P = 0.001$), place of residence ($P = 0.304$), age, level of education ($P < 0.001$), body mass index (BMI; $P < 0.001$), dietary habits, current smoking status ($P = 0.016$), past smoking status ($P = 0.10$), intake of medications and dietary supplements ($P = 0.003$), exposure to harmful environmental factors ($P < 0.001$) and presence of comorbidities ($P < 0.001$). Trace element profile analysis indicated that manganese (Mn) and phosphorus (P) contributed most to the profile of patients with AMD. In the control

group, the most relevant elements were lead (Pb), sodium (Na), chromium (Cr), manganese (Mn) and barium (Ba).

Statistically significant intergroup differences were found in the assessment of antioxidant parameters for superoxide dismutase ($P < 0.001$), catalase ($P < 0.001$), glutathione peroxidase ($P < 0.001$), bilirubin ($P < 0.001$), uric acid ($P = 0.018$), all-trans retinol ($P < 0.001$) and α-tocopherol ($P < 0.001$). Additionally, malondialdehyde ($P = 0.003$) and ceruloplasmin ($P < 0.001$) levels differed significantly.

Among patients, numerous correlations were observed, including: GPx and SOD activity ($r = 0.301$); GSH and CP concentration ($r = 0.303$); α-tocopherol and all-trans retinol ($r = 0.365$); and GSH and bilirubin ($r = 0.317$), GSH and SOD activity ($r = -0.300$), iron (Fe) and catalase ($r = 0.324$), phosphorus (P) and α-tocopherol ($r = 0.359$), sodium (Na) and GSH ($r = 0.343$), lithium (Li) and GSH ($r = 0.328$), and calcium (Ca) and GSH ($r = 0.318$).

In healthy individuals, the following correlations were identified: GSH and CAT activity ($r = 0.460$), CP and bilirubin ($r = -0.311$), Fe concentration and CAT activity ($r = 0.310$), cadmium (Cd) and CAT ($r = 0.329$), tin (Sn) and CAT ($r = 0.386$), Pb and CAT ($r = 0.411$), Fe and SOD ($r = 0.411$), zinc (Zn) and CP ($r = 0.485$), Pb and CP ($r = 0.340$), Li and all-trans retinol ($r = 0.351$), boron (B) and α-tocopherol ($r = 0.324$), Pb and α-tocopherol ($r = 0.434$), potassium (K) and bilirubin ($r = 0.302$), molybdenum and bilirubin ($r = 0.374$), Li and GSH ($r = 0.342$), Fe and GSH ($r = 0.452$), Sn and GSH ($r = 0.349$), Pb and GSH ($r = 0.353$), K and CP ($r = -0.571$), antimony (Sb) and α-tocopherol ($r = -0.315$), K and α-tocopherol ($r = -0.395$).

The molecular analysis revealed statistically significant differences for the *IL-4* gene polymorphism ($P = 0.002$), particularly with regard to the presence of the altered T allele in patients with AMD. Significant differences were also observed for strontium (Sr; $P = 0.038$). No significant differences were found between groups for *GSTM1* and *GSTT1* genotypes ($P = 0.076$), though significant differences in all-trans retinol concentrations were noted ($P = 0.025$).

These results suggest that environmental degradation plays a crucial role, reflected in the altered homeostasis of micro- and macroelements, as well as toxic metals. Similarly, genetic alterations, likely induced by environmental mutagens, play a significant role in the development of AMD. The pathogenic process itself can be monitored by evaluating the effectiveness of both enzymatic and non-enzymatic antioxidant defence mechanisms. It should be noted that the diagnostic value of MDA and CP in AMD patients is limited.

Overall, the findings emphasise the significant impact of environmental factors and healthy lifestyle behaviours on AMD pathogenesis. Furthermore, the study suggests new avenues for investigating the disease's aetiology and identifies key biomarkers that could be important for assessing AMD susceptibility. These include serum concentrations of sodium (Na), phosphorus (P), chromium (Cr), barium (Ba), malondialdehyde (MDA), bilirubin, vitamins A and E, and the activities of SOD, CAT and GPx, as well as *IL-4* gene mutations. Despite extensive research into AMD development, many questions remain unanswered and warrant further investigation, particularly with regard to alcohol consumption and serum concentrations of elements

such as potassium (K), lead (Pb), arsenic (As), mercury (Hg), cadmium (Cd), strontium (Sr), aluminium (Al), barium (Ba), vanadium (V) and iron (Fe), as well as mutations in the *VEGF-A*, *GSTM1* and *GSTT1* genes.

The research confirmed that environmental and genetic factors significantly impact the development of AMD. Analyses indicate that environmental degradation, manifested through disturbances in the balance of micro- and macroelements and toxic metals, plays a key role in AMD pathogenesis. Furthermore, the presence of mutagenic substances in the environment may lead to genetic mutations that increase the risk of developing this condition. The results showed that enzymatic and non-enzymatic antioxidant mechanisms are closely related to AMD progression. Significant differences in the activity of antioxidant enzymes, such as SOD, CAT and GPx, as well as in the levels of bilirubin and vitamins A (all-trans retinol) and E (α-tocopherol), suggest that they may be relevant for diagnosis. Conversely, markers such as malondialdehyde and ceruloplasmin were found to have limited diagnostic value in patients with AMD. One novel finding is the identification of additional parameters that could help to assess susceptibility to AMD. These include serum levels of sodium (Na), phosphorus (P), chromium (Cr), manganese (Mn) and barium (Ba), as well as the presence of polymorphisms in the IL-4 gene. These factors may represent important early indicators of disease predisposition.

Further research is needed to investigate the influence of lifestyle factors, such as alcohol consumption, as well as the concentrations of elements including potassium (K), lead (Pb), arsenic (As), mercury (Hg), cadmium (Cd), strontium (Sr), aluminium (Al), barium (Ba), vanadium (V) and iron (Fe). Furthermore, attention should be given to genetic polymorphisms in *VEGF-A*, *GSTM1* and *GSTT1*. Despite advances in AMD research, many questions remain unanswered, necessitating ongoing investigations to improve prevention and therapeutic strategies.

References

1. Amini, M. A., Karbasi, A., Vahabirad, M., Khanaghaei, M., & Alizamir, A. (2023). Mechanistic Insight into Age-Related Macular Degeneration (AMD): Anatomy, Epidemiology, Genetics, Pathogenesis, Prevention, Implications, and Treatment Strategies to Pace AMD Management. *Chonnam medical journal*, 59(3), 143–159. https://doi.org/10.4068/cmj.2023.59.3.143.

2. Ayoub, T., & Patel, N. (2009). Age-related macular degeneration. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 102(2), 56–61. https://doi.org/10.1258/jrsm.2009.080298.

3. Deng, Y., Qiao, L., Du, M., Qu, C., Wan, L., Li, J., & Huang, L. (2021). Age-related macular degeneration: Epidemiology, genetics, pathophysiology, diagnosis, and targeted therapy. *Genes & diseases*, 9(1), 62–79. https://doi.org/10.1016/j.gendis.2021.02.009.

4. Flores, R., Carneiro, Â., Vieira, M., Tenreiro, S., & Seabra, M. C. (2021). Age-Related Macular Degeneration: Pathophysiology, Management, and Future Perspectives. Ophthalmologica. Journal international d'ophtalmologie. *International*

journal of ophthalmology. Zeitschrift fur Augenheilkunde, 244(6), 495–511. https://doi.org/10.1159/000517520.

5. Guymer, R. H., & Campbell, T. G. (2023). Age-related macular degeneration. *Lancet (London, England)*, 401(10386), 1459–1472. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(22)02609-5.

6. Heesterbeek, T. J., Lorés-Motta, L., Hoyng, C. B., Lechanteur, Y. T. E., & den Hollander, A. I. (2020). Risk factors for progression of age-related macular degeneration. *Ophthalmic & physiological optics: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 40(2), 140–170. https://doi.org/10.1111/opo.12675.

7. Kushwah, N., Bora, K., Maurya, M., Pavlovich, M. C., & Chen, J. (2023). Oxidative Stress and Antioxidants in Age-Related Macular Degeneration. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 12(7), 1379. https://doi.org/10.3390/antiox12071379.

8. Nowak J. Z. (2014). AMD--the retinal disease with an unprecised etiopathogenesis: in search of effective therapeutics. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 71(6), 900–916.

9. Parmar, U. P. S., Surico, P. L., Mori, T., Singh, R. B., Cutrupi, F., Premkishore, P., Gallo Afflitto, G., Di Zazzo, A., Coassin, M., & Romano, F. (2025). Antioxidants in Age-Related Macular Degeneration: Lights and Shadows. *Antioxidants*, 14(2), 152. https://doi.org/10.3390/antiox14020152.

10. Saigal, K., Salama, J. E., Pardo, A. A., Lopez, S. E., & Gregori, N. Z. (2025). Modifiable Lifestyle Risk Factors and Strategies for Slowing the Progression of Age-Related Macular Degeneration. *Vision*, 9(1), 16. https://doi.org/10.3390/vision9010016.

11. Singh, M., & Tyagi, S. C. (2018). Genes and genetics in eye diseases: a genomic medicine approach for investigating hereditary and inflammatory ocular disorders. *International journal of ophthalmology*, 11(1), 117–134. https://doi.org/10.18240/ijo.2018.01.20.

12. Thomas, C. J., Mirza, R. G., & Gill, M. K. (2021). Age-Related Macular Degeneration. *The Medical clinics of North America*, 105(3), 473–491. https://doi.org/10.1016/j.mcna.2021.01.003.

13. Vyawahare, H., & Shinde, P. (2022). Age-Related Macular Degeneration: Epidemiology, Pathophysiology, Diagnosis, and Treatment. *Cureus*, 14(9), e29583. https://doi.org/10.7759/cureus.29583.

FEATURES OF GROWTH AND NITROGEN ASSIMILATION BY THE BIOTECHNOLOGICALLY RELEVANT COPROPHILIC SPECIES SORDARIA FIMICOLA (ROBERGE EX DESM.) CES. & DE NOT. IN CULTURE

Lytvynenko Yu.[1], PhD in Biological Sciences, Associate Professor
Krupodorova T.[2], PhD in Biological Sciences, Senior Research Associate
Tkachenko A.[1], Bachelor's Student
[1]Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, Sumy, Ukraine
[2]Institute of Food Biotechnology and Genomics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Introduction. Coprophilous ascomycete fungi are increasingly attracting the attention of researchers due to their significant scientific and practical potential. The diversity of substrates, such as the excrement of various animals, and competition for limited resources within coprophilous environments foster their high biosynthetic activity, including the production of a wide range of biologically active compounds. In many countries, highly productive strains of coprophilous ascomycetes are being actively studied and implemented in biotechnological production. Scientific research in this field encompasses several main areas [2]:

- the use of coprophilous ascomycetes as biosynthetics for new compounds with high biological activity;
- investigation of these fungi as biodegraders of complex organic compounds;
- the application of coprophilous ascomycetes as model organisms for cytological and molecular genetic studies.

To conduct such studies, it is crucial to obtain cultures that are stable in their morphological and physiological characteristics and to thoroughly examine their properties.

The genus *Sordaria* Ces. & De Not. (class Sordariomycetes, phylum Ascomycota) is an important object of mycological, genetic, and biotechnological research. Representatives of this genus, particularly *Sordaria macrospora* Auersw. and *Sordaria fimicola* (Roberge ex Desm.) Ces. & De Not., have gained recognition as model organisms due to their ease of cultivation, short life cycle, and well-characterized genomes [14]. Their versatility allows for the use of Sordariales species in both fundamental studies of meiosis, genetic recombination, morphogenesis, and cellular differentiation, as well as in modern multidisciplinary approaches combining genomics, bioinformatics, cell biology, and applied biotechnology. For example, in 1995, a methodological model based on *Sordaria fimicola* was proposed, effectively demonstrating meiosis, gene mapping, fungal life cycles, and the application of statistical methods in biological research [10]. This underscores the potential of the genus *Sordaria* as a tool in fundamental biology and laboratory diagnostics [7].

Recently, there has been growing interest in representatives of the genus *Sordaria* as potential producers of biologically active substances with antimicrobial,

probiotic, and immunosuppressive properties. Studies have revealed new unique secondary metabolites, such as cyclosordariolone in *Sordaria macrospora*, which exhibits antimicrobial activity against *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas agarici*, and *Micrococcus luteus* [6]. Sordariol dimers produced by *S. macrospora* have demonstrated strong ABTS radical cation scavenging activity [12] and antioxidant activity [5], while dioxopiperazine-type constituents from *Sordaria goundaensis* Cailleux possess immunosuppressive properties [9].

Thus, research on *Sordaria* species in culture represents a promising area not only for expanding understanding of the biology of ascomycetes but also in the context of biomedical developments, biotechnology, the search for new pharmacologically active substances, and even the development of diagnostic tools. The relevance of such studies is driven by the need for new sources of natural compounds with therapeutic potential and the necessity to investigate the molecular mechanisms of these fungi for biomedical applications.

One of the first and critical stages in this field of research is the acquisition of highly productive strains, ensuring the reproducibility of their growth and stability, as well as studying them under various nutrient conditions. Particular attention is paid to analyzing physiological and morphological characteristics, including growth rates, colony morphology, and nutritional requirements for medium composition. These parameters form the basis for establishing efficient cultivation conditions and optimizing growth parameters for the further use of strains in scientific, biotechnological, and pharmacological studies.

Among the key factors influencing cultivation, the source of nitrogen in the nutrient medium holds particular importance. Nitrogen-containing compounds are essential components of proteins, which are critical structural and functional cellular components. In fungi incapable of fixing atmospheric nitrogen, nitrogen is absorbed exclusively in the form of inorganic salts or organic compounds. Thus, selecting nitrogen sources and evaluating their impact on fungal growth and development are crucial for understanding nitrogen metabolism, adaptive mechanisms, and optimizing media for laboratory and industrial cultivation.

In this context, the **objective** of our study was to isolate strains of the ascomycete fungus *Sordaria fimicola* into pure culture and to evaluate the effects of various nitrogen sources on their cultural and morphological characteristics and growth parameters on agarized nutrient media.

Materials and Methods. The mycelial culture was isolated from fruiting bodies (ascomata) collected from cow dung. The dung samples originated from various geographical locations and were collected under natural conditions from different localities in the Sumy region. To detect and obtain fruiting bodies of *Sordaria fimicola*, the wet chamber method was employed.

The mycelial culture was isolated from ascomata following standard methodologies [1]. Mature fruiting bodies were selected for pure cultures and transferred under the flame of an alcohol lamp to Petri dishes containing PDA (potato-dextrose agar) of the following composition (g/L, pH 7.58): filtered potato decoction – 1000; glucose – 20; cellulose – 5; agar – 40. As a result, six strains of *Sordaria*

fimicola were obtained and studied: Sfim01, Sfim02, Sfim03, Sfim04, Sfim05, and Sfim06.

Colony cultivation for studying radial growth rates, morphological features, and the influence of nitrogen sources was performed on solidified agar media with PDA. To investigate the nitrogen nutrition requirements of the cultures, PDA was modified by adding various nitrogen sources: peptone, urea (NH_2CONH_2), and ammonium sulfate (NH_4SO_4). These were incorporated into the medium in quantities equivalent to 0.4 g of asparagine in terms of nitrogen (g/L): peptone – 0.6 (pH 7.85); urea – 0.18 (pH 7.16); ammonium sulfate – 0.5 (pH 6.58).

The cultural and morphological characteristics of the mycelial colonies were described according to the classification of J. A. Stalpers [13].

The experiments were conducted in quintuplicate using the statistical functions of Excel within the Microsoft Office XP program, version 11.5 (SPSS, Inc., 2002). Values are presented as the mean ± standard error of the mean (SEM). Differences at $P \leq 0.05$ were considered significant.

Results and Discussion. The isolated strains were introduced into culture and showed variations in colony morphology.

On ammonium sulfate medium, colonies ranged from pellicular to felty, rarely cottony, and were dense and smooth. Colony edges were distinct, even, pressed, and sometimes ridge-like, extending to the edge of the Petri dish. Colony color varied from dirty gray to creamy, with reverse pigmentation appearing on days 10–18, predominantly black. Exudates were observed on days 12–15, evenly distributed across the colony surface.

On peptone medium, colonies were pellicular or cottony, often dense, with occasional bronze-like or branching hyphal formations. Colony edges were generally unclear, uneven, pressed, and either did not reach or barely approached the dish edge. Colony color ranged from white to gray, becoming transparent toward the edges. Reverse pigmentation appeared by day 3 and was black. Exudates were absent.

On urea medium, colonies were felty or pellicular-felty, thin or moderately dense, smooth, wrinkled, or with weakly expressed bronzing in the center. Colony edges were even, pressed, or ridge-like, extending to the edge of the dish. Colony color ranged from gray to brown or white. Reverse pigmentation was either unchanged or appeared by days 2–3, ranging from black to brown. Exudates were absent.

On L-arginine medium, colonies were pellicular-cottony or felty, predominantly loose, with radial rings or grooves, and occasionally smooth. Colony edges were even, pressed, and either reached or extended beyond the dish edge. Colony color varied from gray to white. Reverse pigmentation appeared on days 2–3 and was black. Exudates were absent.

Microscopic examination of the vegetative mycelium revealed long, septate hyphae with simple branching. Hyphae at the center and edge of the colony differed in width, with variations ranging from 2.22–7.18 μm (center) to 3.27–6.28 μm (edge). Additionally, some strains exhibited mycelial cords at the colony center.

Regarding radial growth rate, four out of six strains were classified as fast-growing: Sfim01, Sfim02, Sfim03, and Sfim06. Their growth rates on various media

exceeded 12 mm/day, comparable to some well-known ascomycete species in culture [3; 4]. Two strains (Sfim04, Sfim05) were classified as moderate growers, with growth rates of 10.5–11.3 mm/day.

The nitrogen source requirements of the selected strains of *S. fimicola* were assessed. Overall, all strains effectively utilized ammonium sulfate (growth rate >12 mm/day). Urea in the growth medium promoted maximum growth rates for strains Sfim01 and Sfim03, while ammonium sulfate was optimal for Sfim05. Strain Sfim03 demonstrated broad nitrogen assimilation, growing well on all tested nitrogen sources. This suggests that ammonium sulfate could substitute for more expensive peptone and urea for biomass accumulation of this strain.

According to W.J. Robbins' classification [8], the studied strains belong to the second class of nitrogen-utilizing fungi, capable of assimilating both organic and ammonium nitrogen. The varying efficiency of nitrogen source utilization is linked to the induction of adaptive enzymatic systems.

Given the literature and the critical role of peptone in fungal growth [11], additional experiments evaluated the effect of peptone concentration on *Sordaria fimicola* growth. For strain Sfim01, a significant growth increase (5.5-fold) was observed when peptone concentration was raised from 0.6 to 3.0 g/L. Conversely, strains Sfim03 and Sfim05 showed reduced growth with increased peptone concentration, by approximately 1.2 and 1.7 times, respectively. This indicates differential metabolic adaptation to nitrogen nutrition conditions.

Conclusions. Strain-specific characteristics of *Sordaria fimicola* regarding cultural-morphological and growth traits, as well as nitrogen assimilation, were identified depending on the nutrient medium composition. This highlights the intraspecific metabolic plasticity and adaptive variability among strains, likely due to genetic differences and differing capacities to utilize available nutrients.

References

1. Бухало А. С., Дзигун Л. П., Ліновицька В. М. Виділення вищих базидіоміцетів, перспективних продуцентів біологічно активних речовин, у чисту культуру і їх довготривале зберігання. *Наукові вісті НТУУ «КПІ».* 2013. 3. С. 12–17.

2. Литвиненко Ю.І. Копрофільні аскомікоти як перспективні продуценти протимікробних вторинних метаболітів. *Biological sciences and education in the context of European integration. Scientific monograph.* Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2024. С. 34–62. https://doi.org/10.30525/978-9934-26-443-6-3

3. Михайлова О. Б., Бухало А. С. Фізіологічні особливості представників родини Morchaellaceae (Ascomycetes) у чистій культурі. *Український ботанічний журнал.* 2006. 63(5). С. 635–644.

4. Atamanchuk A. R., Bisko N. A. Cultural and morphological characteristics of wood-inhabiting *Xylaria* species from Ukraine. *Plant & Fungal Research.* 2022. 5(2). С. 11–19. https://doi.org/10.30546/2664-5297.2022.2.11.

5. Bouillant M. L., Bernilion J., Favre-Bonvin J. et al. New hexaketides related to sordariol in *Sordaria macrospora*. *Zeitschrift für Naturforschung*.1989. 44. P. 719–723. https://doi.org/10.1515/znc-1989-9-1001

6. Bouillant M. L., Favre-Bonvin J., Salin N. et al. Sordariol and related compounds, hexaketides in the fungus *Sordaria macrospora*. *Phytochem*. 1988. 27. P. 1517–1519. https://doi.org/10.1016/0031-9422(88) 80227-9

7. Charria-Girón E., Surup F., Marin-Felix Ya. Diversity of biologically active secondary metabolites in the ascomycete order Sordariales. *Mycological Progress*. 2022. 21(4). P. 1–33. https://doi.org/10.1007/s11557-022-01775-3

8. Emmerton K. S., Callaghan T. V., Jones H. E., Leake J. R., Michelsen A., Read D. J. Assimilation and isotopic fractionation of nitrogen by mycorrhizal and nonmycorrhizal subarctic plants. *New Phytologist*. 2001. 151. P. 503–511

9. Fujimoto H., Fujimaki T., Okuyama E. et al. Immunosuppressive constituents from an ascomycete *Sordaria gondaensis*. *JSM Mycotoxins.* 2000. 50. P. 93–99. https://doi.org/10.2520/myco1975.50.93

10. Glase J. C. A study of gene linkage and mapping using tetrad analysis in the fungus *Sordaria fimicola*. Introductory Biology Program Division of Biological Sciences Cornell University, 1995. 24 p.

11. Krupodorova T., Barshteyn V., Sekan A. 2021. Review of the basic cultivation conditions influence on the growth of basidiomycetes. *CREAM (Current Research in Environmental & Applied Mycology).* 1. P. 494–531 https://doi.org/10.5943/cream/11/1/34

12. Li T., Wang X., Luo J. et al. Antioxidant sordariol dimers from *Sordaria macrospora* and the absolute configuration determinations of their two simultaneous linear 1,2-diols. *Tetrahedron Letters*. 2016. 57. P. 2754–2757. https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2016.05.014

13. Stalpers J. A. Identification of wood-inhabiting Aphyllophorales in pure culture. *Studies in Mycology.* 1978. 16. P. 1–248.

14. Zickler D., Espagne E. *Sordaria* a model system to uncover links between meiotic pairing and recombination. *Seminars in Cell and Developmental Biology.* 2016. 54. P. 149–157. https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2016.02.012

ОЦІНЮВАННЯ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ ТІЛА СТУДЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БІОІМПЕДАНСНОГО АНАЛІЗУ

Апецько А.[1]
[1]Природничо-математичний факультет, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, Чернігів, Україна

Вступ. Науковці й фахівці медико-біологічного та спортивного або оздоровчого спрямування сьогодні стикаються зі стрімким погіршенням стану здоров'я різних верств населення, особливо молодого покоління. Ці порушення, часто спровоковані проблемами, які пов'язані з недотриманням здорового способу життя, нераціональним харчуванням, неправильною організацією режиму дня, зменшенням рухової активності тощо, що має вагомий вплив на склад тіла людини.

Взагалі, поняття «склад тіла» дозволяє отримати кількісну характеристику у відсотках жиру, кісток та м'язів людського організму. Якщо більш детально його розглядати, то це співвідношення жирового та чистого компонентів тіла (маси всіх тканин тіла, виокремлюючи жирову). Відповідно стає зрозумілим, що будь-які дві людини, які мають однакову масу тіла та зріст, можуть відрізнятися цілковито один від одного, оскільки в них різний склад тіла [1]. Тому проведення досліджень з визначення складу тіла має дозволяє виявити першопричини різноманітних порушень в тілі, попередити розвиток багатьох хвороб, забезпечити правильну побудову програми оздоровчих заходів.

Оцінка складу тіла включає визначення трьох компонентів: кісткового, м'язового та жирового. Кожен з них характеризує вплив різних факторів на розвиток організму. Кістковий компонент показує розвиток опорно-рухового апарату, але фактично є додатковим критерієм більшості досліджень через інертність кісткової тканини. М'язовий компонент є показником рухової активності людини та пояснює енергетичні зміни, оскільки при рухах виділяється чимало тепла. Жировий компонент потрібен для розуміння рівня енергетичного забезпечення життєдіяльності, а також збереження тепла [2].

Розрізняють безліч методів, що дозволяють оцінити компонентний склад тіла. Вони побудовані на оцінці складу тіла на різних рівнях організації живого – атомному (визначають елементарні частинки вуглецю, кальцію, водню та калію), молекулярному рівні (підраховують кількість білків, жирів та води), а також тканинному рівнях (за основу є розподіл жирової та м´язової тканин в організмі. Багато з цих методів є досить точними. Наприклад, серед поширених методів: визначення відносної маси тіла; лабораторні методи (гідростатичне зважування, АДП (англ. Whole-Body Air Displacement Plethysmography (ADP)), біоелектричний імпеданс (англ. Bioelectrical impedance analysis), DEXA сканування (англ. Dual Energy X-ray Absorptiometry), інфрачервоне опромінення, індекс об'ємів тіла (ІОТ), магнетичний резонанс (Magnetic resonance imaging) та комп'ютерна томографія (Computed tomography); антропометричні методи (вимірювання товщини підшкірних жирових складок, індекс маси тіла (ІМТ)

методи відношення зросту та окружностей частин тіла співвідношення талії до стегон (СТС) окружність талії (ОТ) розрахунок бажаної маси тіла [1].

Надзвичайно інформативним серед них є метод біоелектричного імпедансу (біоімпедансного аналізу). Біоімпедансометрія (Bioelectrical impedance analysis, BIA), або біоімпедансний аналіз – це метод визначення складу людського тіла через вимірювання електричного опору в тканинах. Під час дослідження через тіло пропускають слабкий електричний заряд, отримують значення опору (імпедансу), який показує загальний вміст води в організмі. Оскільки вода міститься по всьому тілу (в крові, м'язах, нервах, кістках), то через її вміст можна обчислити масу нежирових відкладень тіла, а потім, віднявши від загальної маси тіла – масу жиру в організмі [3].

Даний аналіз досить легко провести на професійних вагах-аналізаторах, як приклад ваги Tanita. Вони дозволяють виміряти 9 основних показників: відсоток загальної жирової тканини, відсоток внутрішнього жиру, відсоток м'язової тканини, відсоток води в організмі, рівень обміну речовин, рівень кальцію та біологічний вік (рис 1) [4].

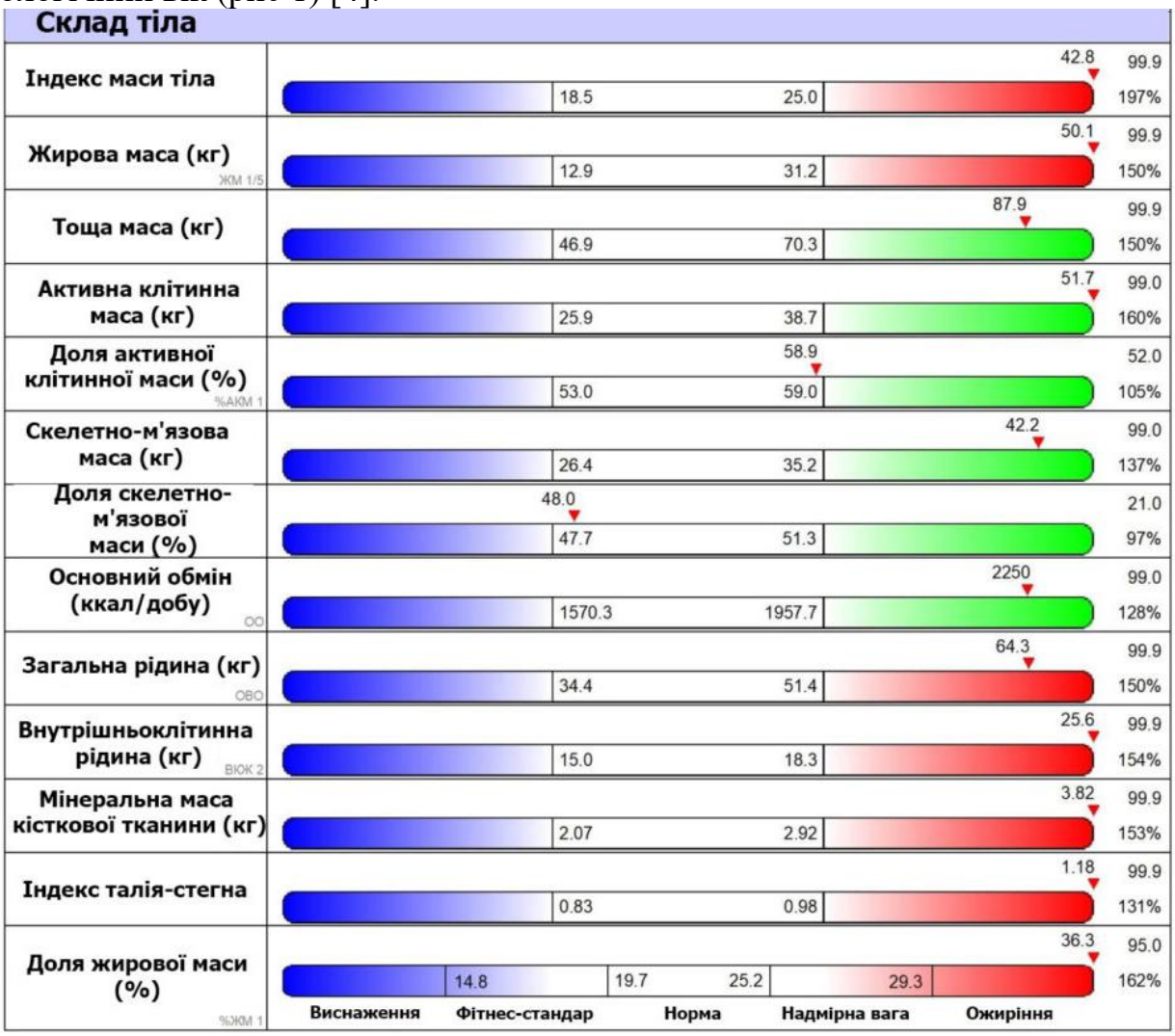

Рис. 1. Значення основних показників складу тіла

Матеріали та методи. У дослідженні брали участь 19 студенток та 23 студентів різних курсів віком 17-30 років. Дослідження проводили на базі Інституту біології Поморського університету в Слупську.

Визначення складу тіла методом біоімпедансного аналізу відбувалось за допомогою професійних вагів-аналізаторів Accuniq BC310.

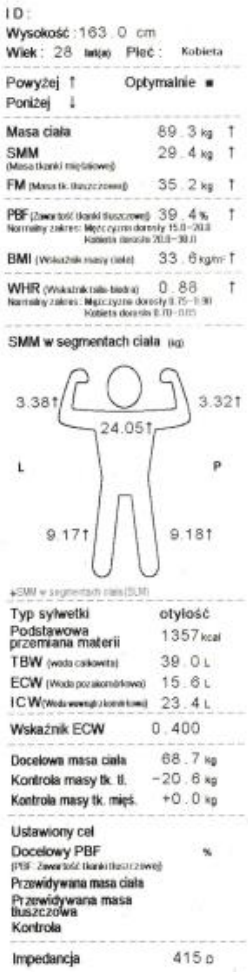

Рис. 2. Бланк біоімпедансного аналізу

Результати та обговорення. Дослідження проводилося на початку грудня 2024 року. Проаналізовано 42 аналізи студентів різних курсів. Результати проведеного аналізу наведено нижче.

Маса тіла серед досліджених у середньому має 73,91 кг, найменше – 45,2 кг, а найбільше – 123,3 кг.

Маса м'язової тканини у середньому – 30,62 кг, найменше значення 18,9 кг, а найбільше – 47,1 кг.

Маса жирової тканини визначена у середньому значенні – 18,55 кг, найменшому – 5,8 кг, а найбільшому – 55,1 кг.

Середнє значення вмісту жирової тканини 23,74 %, найменший відсоток - 8,5, а найбільший – 45,3.

Індекс маси тіла посередньо – 24,08 кг, найменше – 17,5 кг, а найбільше – 41,6 кг.

Індекс талія-стегна в найбільшому значенні 0,95, в найменшому – 0,65 та середньому значенні 0,78.

Основний обмін речовин представлено у середньому значенні 1546,69 ккал, найбільшому – 2085 ккал та найменшому – 1167 ккал.

Вода загальна має середнє значення у 40,05 л, найбільше у дослідженого 61,6 л та найменше – 24,6 л.

Вода позаклітинна: середнє значення у 15,74 л, найбільше – 24,6 л та найменше – 9,5 л.

Вода внутрішньоклітинна: найбільше значення отримано в 37 л, найменше – 14,8 л та середнє – в 24,31 л.

Отримали наступні показники імпеданції Ω: середнє – 495,6, найбільше – 655 та найменше значення у 310.

Тип статури представлений в таких відсотках: багато м'язової тканини – 2,38; мало жирової, багато м'язової– 9,53; надмір жирової – 14,29, ожиріння – 30,95, стандарт - 33,33; худоба – 7,14 та худоба, мало жирової – 2,38.

Висновки. Більшість обстежених студентів мають відносно значні проблеми з компонентним складом тіла. Якщо брати до уваги все наявне, то серед наявних студентів майже в третини вже є ожиріння, що вже потребує корекції харчування та рухової активності.

Є питання щодо вмісту води, як загальної, так і позаклітинної і внутрішньоклітинної, що вимагає покращення водного режиму.

Вміст жирової та м’язової тканин теж вимагає певних коректив.

Тому дослідження компонентного складу тіла за допомогою біоімпедансного аналізу має подальші перспективи. Наприклад, поетапне оцінювання показуватиме прогрес правильного та раціонального харчування, доцільного режиму тренувань чи рухової активності, дотримання водного режиму та впливу інших чинників, що мають негативне значення на здоров’я та стан тіла людини.

Література

1. Воловик Н.І. Навчальний посібник «Оздоровчий фітнес: Склад тіла» для студентів інститутів фізичного виховання та спорту вищих педагогічних навчальних закладів. К.: Видавництво НПУ імені М.П. Драгоманова, 2014. 43 с.

2. Солохіна Л. О. Антропологія: навчальний посібник. Харків, Харківський національний університет внутрішніх справ, 2022. 194 с.: іл.

3. Біоімпедансометрія URL: https://derma-plus.com.ua/uk/services/bioimpedansometriya/ (дата звернення: 15.05.2025).

4. Біоімпедансний аналіз: склад жирової, м’язової маси, внутрішнього жиру URL:https://mc-alternativa.com.ua/bioimpedansnyj-analiz-sklad-zhyrovoyi-myazovoyi-masy-vnutrishnogo-zhyru-v-kyyevi/ (дата звернення: 15.05.2025).

ПРОФЕСІЙНЕ РОЗТЯГНЕННЯ АХІЛЛОВОГО СУХОЖИЛЛЯ. ПОШИРЕНІСТЬ ТА ОБІЗНАНІСТЬ СЕРЕД МОЛОДІ

Даценко К.В.
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

Вступ. Метою роботи було дослідити явище професійного розтягнення Ахіллового сухожилля, маханізм його пошкодження та групи ризику, що найбільш вразливі в даному питанні, а також вивчити рівень обізнаності та поширеності даного стану серед молоді.

Матеріали та методи. Для виконання мети та завдань роботи було проаналізовано понад 10 наукових джерел, зокрема: як іноземні, так і вітчизняні наукові статті, підручники та публікації. Також було створено та поширено серед студентів опитувальник на платформі Google Forms, який містив 10 запитань, що стосувалися професійного розтягнення Ахіллового сухожилля.

Результати та висновки. В результаті дослідження було виявлено, що професійне розтягнення Ахіллового сухожилля – це певний стан, притаманний особам, чия професія пов’язана з постійним та інтенсивним навантаженням на нижні кінцівки.

До основних груп ризику, в першу чергу, належать спортсмени багатьох видів спорту (здебільшого футболу, легкої атлетики та тенісу), у яких сухожилля зазнає постійного навантаження, особливо під час розігріву, прискорення та різкої зміни напрямку руху. Крім того, сюди ж включають танцюристів, особливо тих , що працюють в академічному балеті.

Також вважається, що моделі, стюардеси та працівники телебачення мають великий ризик пошкодження, в основному через носіння підборів, адже через них сухожилля постійно знаходиться в скороченому стані, за рахунок чого його буденні рухи стають небезпечнішими.

Лікування даного стану та його тривалість залежать від ступеня ураження. Зазвичай використовують іммобілізацію, фізіотерапію (наприклад, електрофорез, лазеротерапію, масаж) та поступове відновлення навантаження.

Також, було проведено опитування молоді (18-24 роки) з приводу поширеності та обізнаності в даному питанні, в якому взяли участь 25 осіб. Його результати показали, що лише 4% респондентів (1 особа) зіштовхувалися з професійним розтягненням Ахіллового сухожилля у власному житті. В механізмі роботи самого сухожилля знається 88% осіб, а от в процесах його розтягнення та його найуразливіших положеннях знаються лише 60% опитуваних.

В питанні про думку студентів, хто належить до груп ризику даного стану, 100% осіб обрали спортсменів та танцюристів і лише 12% (3 особи) обрали представників професії, в яких вимагається тривале носіння відборів. На питання «Чи знаєте Ви правила першої допомоги в випадку розтягнень» 92% респондентів відповіли – так.

Література

1. Козявкін В. І., Боброва І. В., Кожем'яка В. М. Фізична терапія в спортивній медицині. Київ: Медицина, 2018. 288 с.

2. Brukner P., Khan K. Clinical Sports Medicine. 5th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2017. 1328 c.

3. Silbernagel K. G., Brorsson A., Lundberg M. The majority of patients with Achilles tendinopathy recover fully when treated with exercise alone: a 5-year follow-up. *The American Journal of Sports Medicine*. 2011. Vol. 39, No. 3. P. 607–613.

4. Csapo R., Maganaris C. N. On muscle, tendon and high heels. *The Journal of Experimental Biology.* 2010. Vol. 213, No. 15. P. 2582–2588.

5. Alfredson H., Pietilä T., Jonsson P., Lorentzon R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *The American Journal of Sports Medicine*. 1998. Vol. 26, No. 3. P. 360–366.

РІЗНОМАНІТТЯ МІКРОБНОГО СКЛАДУ БІОПЛІВОК НА НИРКОВИХ КІНЦЯХ УРЕТЕРАЛЬНИХ СТЕНТІВ

Купрієнко М.М.[1], аспірант
Янчій Р.І.[1], доктор біологічних наук, професор
Джуран Б.В.[2], кандидат медичних наук, доцент
Балко О.Б.[3], кандидат біологічних наук, старший дослідник
Балко О.І.[3], кандидат біологічних наук
[1] Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, Київ, Україна
[2] Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, Київ, Україна
[3] Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Київ, Україна

Вступ. Сечоводні (уретеральні) стенти широко застосовуються в сучасній урологічній практиці як ефективний засіб для відновлення чи підтримання прохідності сечових шляхів при сечокам'яній хворобі, стриктурах, пухлинах [1]. Важливість встановлення стентів в передопераційному та післяопераційному періоді в ендоурології не викликає сумнівів [2]. Проте, попри свою клінічну ефективність, імплантація стентів та їх довготривала присутність в сечоводах пов'язана з низкою ускладнень, серед яких особливо актуальними є інфекції сечовивідних шляхів [2, 3]. Одним із ключових факторів патогенезу інфекцій, пов'язаних зі стентами, є формування на їхній поверхні мікробних біоплівок - структурованих спільнот бактерій, які існують у захисному позаклітинному матриксі [4, 5].

Біоплівки формуються в декілька послідовних стадій: первинна адгезія бактерій до інертної поверхні, закріплення та мікроколонізація, синтез

позаклітинного полімерного матриксу, дозрівання структури та, на завершальному етапі — дисперсія клітин, що дозволяє колонізувати нові ділянки [6, 7]. Сформована біоплівка істотно змінює фізіологію бактеріальних клітин, включаючи зниження метаболічної активності, утворення персистентних форм та активацію генів, відповідальних за резистентність [8, 9]. У такому стані мікроорганізми здатні витримувати вплив антибіотиків та інших антимікробних препаратів у концентраціях, які у десятки і навіть сотні разів вищі за мінімальні пригнічуючі дози [10, 11]. Біоплівки також ефективно захищають мікроорганізми від імунної відповіді організму, зокрема від фагоцитозу, дії комплементу та антитіл [12, 13].

Зважаючи на це, інфекції, пов’язані з біоплівками, вважаються хронічними, важко піддаються лікуванню та часто рецидивують після стандартної антибіотикотерапії [14, 15]. Більше того, наявність біоплівки може слугувати джерелом постійної бактеріємії або висхідної інфекції, що особливо небезпечно у пацієнтів з імунодефіцитними станами або супутніми захворюваннями нирок [16]. На поверхні сечоводних стентів найчастіше виявляють умовно-патогенні мікроорганізми, зокрема *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Proteus mirabilis*, багато з яких демонструють мультирезистентність, у тому числі до β-лактамних антибіотиків та фторхінолонів [17, 18].

Особливе значення має вивчення біоплівок на проксимальних (ниркових) кінцях стентів, де концентрація сечі вища, а уродинаміка менш активна, що створює сприятливі умови для адгезії бактерій та утворення зрілих біоплівкових структур [19]. У той час як значна частина досліджень проводилась щодо мікрофлори на дистальних (міхурових) сегментах, проксимальні зони залишаються відносно недостатньо вивченими [20]. Це обмежує розуміння розподілу мікроорганізмів у складі біоплівки уздовж стента та ускладнює розробку ефективних підходів до їх профілактики.

Тому, **метою даної роботи** було оцінити різноманіття мікробного складу біоплівок на ниркових кінцях уретральних стентів.

Матеріали та методи. Стенти отримували шляхом видалення уретероскопом в асептичних умовах операційної, обережно промивали стерильним 0,85% розчином хлориду натрію для видалення клітин у планктонній формі і асептично переносили у ємності із тіогліколевим розчином (Fluid Thioglycollate medium, Merck, Germany) для їх транспортування. Перевезення зразків здійснювали протягом 2-3 год після отримання. Матеріал із транспортного розчина переносили в поживне середовище (Nutrient broth, Merck, Germany). Культивування проводили протягом 24 год при 37°C, відповідно до вимог для ізолятів із подібних біотопів [21]. В подальшому отримані зразки суспензії мікроорганізмів висівали на поживний агар (Nutrient agar, Merck, Germany) і середовище Ендо (ENDO agar, Merck, Germany) та інкубували при 37°C протягом 24 год. Сформовану бактеріальну масу розсівали до одиничних колоній для отримання окремих культур мікроорганізмів. Чистоту кожного ізоляту перевіряли за результатами повторних розсівів до одиничних

колоній, морфологією клітин після забарвлення за методом Грама (Merck, Germany), а також за наявністю каталазної і оксидазної активності (Erba Lachema, Czech Republic).

Результати та обговорення. Встановлено, що отримані чисті культури мікроорганізмів були двох типів. Культури першого типу через одну добу росту при 37°С на поживному агарі утворювали колонії середнього розміру, діаметром 1,5-2 мм, круглої форми з гладким краєм, гладкою блискучою поверхнею і пуповидним профілем, слизистої консистенції, непрозорі, темно-бежевого забарвлення без пігментації агару. При культивуванні протягом однієї доби на середовищі Ендо культури даного типу формували середні непрозорі колонії діаметром близько 2 мм, округлої форми, з гладким краєм, гладкою блискучою поверхнею і високим профілем, які були забарвлені у рожевий і червоний із металічним блиском колір та темно рожевою пігментацією агару. Культури другого типу на поживному агарі через одну добу вирощування при 37°С утворювали мілкі непрозорі колонії діаметром 0,75-1 мм, округлої форми, з гладким краєм, гладкою блискучою поверхнею і випуклим профілем, в'язкої консистенції, білого кольору без пігментації агару. На середовищі Ендо дані мікроорганізми характеризувались слабким ростом і через дві доби культивування при 37°С утворювали дрібні, точкові, непрозорі колонії діаметром близько 0,05-0,1 мм, округлої форми, слабко рожевого забарвлення без пігментації агару. При подальшому дослідженні встановлено, що в одному випадку культури були представлені грамнегативними короткими паличками, які були оксидазонегативними і каталазопозитивними, а в іншому – грампозитивними каталазо- і оксидазонегативними коками. Наведене свідчить про приналежність даних мікроорганізмів до представників відділів *Gracilicutes* і *Firmicutes* [22, 23]. При цьому, виділення грацілікутів спостерігалось у двох третинах випадків, тоді як фірмікути були представлені лише у третині зразків. Слід відмітити, що вік і стать пацієнтів, тривалість стентування та наявність/відсутність в сечі мікроорганізмів на виявлену гетерогенність у складі бактеріальних біоплівок не впливали.

Висновки. Мікробіота у складі біоплівок на поверхні ниркових кінців уретральних стентів є гетерогенною. Частіше спостерігається виділення представників відділу *Gracilicutes*, тоді як мікроорганізми відділу *Firmicutes* виділяються дещо рідше. Отримані результати можуть мати значний вплив на стратегії ведення пацієнтів із тривалим стентуванням, а саме на вибір антибіотиків, тривалість їх застосування та розробку нових антибіоплівкових матеріалів або покриттів для стентів.

Література

1. Rane A., Kommu S. S., Eddy B. Ureteral stents in urological practice: Indications and current advances. *Urology Annals*. 2023. Vol. 15, N. 2. P. 98–104. https://doi.org/10.4103/ua.ua_228_22

2. Lange D., Bidnur S., Hoag N., Chew B. H. Ureteral stent-associated complications—Where we are and where we are going. *Nature Reviews Urology*. 2017. Vol. 14, N. 1. P. 17–25. https://doi.org/10.1038/nrurol.2016.233

3. Sharma D., Misba L., Khan A. U. Antibiotics versus biofilm: An emerging battleground in microbial communities. *Antibiotics*. 2019. Vol. 8, N. 2. P. 76. https://doi.org/10.3390/antibiotics8020076

4. Balko O. B., Avdeeva L. V. Structural components and peculiarities of *Pseudomonas aeruginosa* biofilm organization. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2010. Vol. 72, N. 4. P. 28-33. PMID: 20812507

5. Balko O. B., Balko O. I., Avdeeva L. V. Biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa* strains of Ukrainian collection of microorganisms. *Mikrobiologichnyi zhurnal*. 2013. Vol. 75, N. 2. P. 50-56. PMID: 23720964

6. Ibrahim A., Batura D. Biofilm formation on urological devices: Stages, characteristics, and clinical impact. *Frontiers in Urology*. 2023. Vol. 3. P. 1335414. https://doi.org/10.3389/fruro.2023.1335414

7. Balko O. I., Avdeeva L. V., Balko O. B. Stages of *Pseudomonas aeruginosa* biofilm formation. *Ukrainian Food Journal*. 2013. Vol. 2, N. 1. P. 23-26.

8. Balko O. I., Avdeeva L. V., Balko O. B. Depositary Function of *Pseudomonas aeruginosa* Biofilm on Media with Different Carbon Source Concentration. *Mikrobiolohichnyi Zhurnal*. 2018. Vol. 80, N. 6. P. 15-27. doi: 10.15407/microbiolj80.06.015

9. Balko A. B., Avdeeva L. V. Influence of temperature factor on peculiarities of *Pseudomonas aeruginosa* biofilm formation. *Medicine today and tomorrow*. 2009. Vol. 3-4. P. 23-27.

10. Olaimat A. N., Ababneh A. M., Al-Holy M. et al. A Review of Bacterial Biofilm Components and Formation, Detection Methods, and Their Prevention and Control on Food Contact Surfaces. *Microbiology Research*. 2024. Vol. 15, N. 4. P. 1973-1992. https://doi.org/10.3390/microbiolres15040132

11. Balko O. I., Balko O. B., Yaroshenko L. V. et al. Resistance of *Pseudomonas aeruginosa* UCM B-1 population to silver nanoparticles at early stages of biofilm formation. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*. 2017. Vol. 79, N. 6. P. 71-81. 10.15407/microbiolj79.06.071

12. Bamford N. C., MacPhee C. E., Stanley-Wall N. R. Microbial Primer: An introduction to biofilms - what they are, why they form and their impact on built and natural environments. *Microbiology (Reading, England)*. 2023. Vol. 169, N. 8. P. 001338. https://doi.org/10.1099/mic.0.001338

13. Jennings L. K., Dreifus J. E., Reichhardt C. et al. *Pseudomonas aeruginosa* aggregates in cystic fibrosis sputum produce exopolysaccharides that likely impede current therapies. *Cell reports*. 2021. Vol. 34, N. 8. P. 108782. https://doi.org/10.1016/j.celrep.2021.108782

14. Fernández-Billón M., Llambías-Cabot A. E., Jordana-Lluch E. et al. Mechanisms of antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. *Biofilm*. 2023. Vol. 5. P. 100129. https://doi.org/10.1016/j.bioflm.2023.100129

15. Sánchez C. J., Mende K., Beckius M. L. et al. Biofilm formation by clinical isolates and the implications in chronic infections. *BMC Infectious Diseases*. 2013. Vol. 13, N. 47. https://doi.org/10.1186/1471-2334-13-47

16. Wang H., Lee J. C. Clinical significance of persistent bacteremia caused by biofilm-producing uropathogens. *Journal of Clinical Medicine*. 2020. Vol. 9, N. 9. P. 2820. https://doi.org/10.3390/jcm9092820

17. Balko O. B., Balko O. I., Andryshkina R. P. et al. Sensitivity of multi-resistant *Pseudomonas aeruginosa* strains depending on localization of infectious process. *Int J Antibiotics & Probiotics.* 2018. Vol. 2-3, N. 4. P. 34-40. https://doi.org/10.31405/ijap.2-3.18.03

18. Gorman S. P., Jones D. S., Bonner M. C., Akay M. Bacterial biofilms and the urothelium: Emerging paradigms in infection pathophysiology. *BMC Urology*. 2023. Vol. 23, N. 56. https://doi.org/10.1186/s12894-023-01339-x

19. Tunney M. M., Keane P. F., Jones D. S., Gorman S. P. Comparative assessment of ureteral stent biomaterial encrustation and biofilm formation. *Urology Research*. 1996. Vol. 24, N. 2. P. 119–123. https://doi.org/10.1007/BF02247414

20. Müller G., Al-Busaidi R., Bachmann A. Distribution of bacteria along ureteral stents: A prospective pilot study. *World Journal of Urology*. 2023. Vol. 41. P. 125–131. https://doi.org/10.1007/s00345-022-04103-2

21. Pidgorskyi V. S., Kotsofliak O. I., Kiprianova O. A., Gvosdiak O. R. Ukrainian collection of microorganisms. Catalogue of cultures. Kyiv : Naukova Dumka 2007. 133 p.

22. Bergey's manual of systematic bacteriology / Ed. by. Garrity G. M., Brenner D. J., Krieg N. R., Staley J.R. - New York : Springer, 2005. Second Ed., Vol. 2B, The Gammaproteobacteria. 1108 p.

23. Bergey's manual of systematic bacteriology / Ed. by De Vos P., Garrity G. M., Jones D. et al. – Dordrecht, Heidelberg, London, New York : Springer, 2009. Second Ed., Vol. 3, The Firmicutes – 1422 p.

МОРФОЛОГІЧНА ГЕТЕРОГЕННІСТЬ БДЖОЛИНИХ МАТОК APIS MELLIFERA ЯК ІНДИКАТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ ПЛАСТИЧНОСТІ ПОРІД

Ліщук С.Г., кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. В умовах Подільського регіону України, відповідно до специфіки природно-кліматичних факторів та структури медозбору, сформувалися й отримали широке розповсюдження дві основні породи медоносних бджіл — українська степова (Apis mellifera sossimai) та карпатська (Apis mellifera carpatica). Обидві породи представлені низкою внутрішньопородних популяцій, які характеризуються певними морфологічними та екологічними відмінностями [1].

Зміна клімату суттєво впливає на стан екосистем та біологію запилювачів, зокрема, на морфологічні характеристики, що визначають їхню життєздатність, екологічну ефективність і здатність до розмноження. Морфометричні показники маток є непрямими індикаторами здоров'я бджолосім'ї, її продуктивності та стійкості до біотичних і абіотичних факторів [2].

Матеріали та методи. У дослідженні наведено результати морфометричного аналізу окремих екстер'єрних ознак неплідних маток медоносних бджіл порід Apis mellifera sossimai та Apis mellifera carpatica, відібраних з пасік Подільського регіону. Метою роботи було виявлення міжпородних морфологічних відмінностей та оцінка адаптивного потенціалу бджолиних маток у контексті змін довкілля та екологічного фактору.

Морфометричні дослідження виконувалися з використанням світлової мікроскопії та алометричного аналізу: вимірювались параметри крила, черевця, грудної клітки та маса маток. Отримані дані дали змогу зіставити морфологічні профілі досліджуваних порід із породними стандартами та оцінити внутрішньопородну гетерогенність. Показано, що Apis mellifera carpatica характеризується більшими середніми розмірами за більшістю параметрів. Водночас Apis mellifera sossimai має адаптивні особливості до умов Подільського регіону.

Результати та обговорення. Результати засвідчили незначні, але статистично обґрунтовані переваги за більшістю морфологічних ознак у представниць карпатської породи, що свідчить про її більший потенціал за адаптивністю в умовах сучасних екологічних викликів. Водночас матки української степової породи демонструють високий рівень екологічної пластичності — здатності підтримувати життєві функції в умовах обмеженого ресурсу, знижених температур та інших стресорів.

Проведений морфометричний аналіз екстер'єрних ознак неплідних маток медоносних бджіл порід Apis mellifera sossimai та Apis mellifera carpatica дозволив виявити виражену внутрішньопородну морфологічну гетерогенність

окремих біометричних показників. Отримані результати свідчать, що попри загальну відповідність фенотипових ознак породним стандартам, у межах кожної з досліджуваних порід спостерігається варіативність за такими параметрами, як довжина і ширина переднього крила, розміри грудної клітки та черевця, а також маса тіла маток. Така внутрішньопородна варіабельність може бути зумовлена низкою факторів, серед яких ключову роль відіграють екологічні умови середовища, зокрема мікроклімат пасік, якість та доступність кормової бази, а також особливості селекційної роботи у кожному окремому господарстві. Різнорідність морфометричних показників у межах однієї породи свідчить про складність механізмів адаптації бджіл до змін довкілля та підтверджує актуальність подальших досліджень у напрямі встановлення зв'язку між морфологією, генотипом та продуктивністю маток.

У цьому контексті морфометрія виступає не лише інструментом оцінки породної належності, але й критерієм стійкості до зовнішніх стресових факторів, що є надзвичайно важливим у світлі сучасних викликів, пов'язаних зі змінами клімату та деградацією середовищ існування запилювачів [3].

Сучасні дослідження свідчать про те, що морфометричні характеристики бджолиних маток можуть бути надійними маркерами не лише породної ідентифікації, але й показниками стресу, пов'язаного зі зміною клімату, антропогенними навантаженнями, забрудненням довкілля та дефіцитом кормової бази [4]. Екомедичний підхід у дослідженні запилювачів дозволяє інтегрувати біологічні, екологічні та ветеринарні параметри у комплексну оцінку добробуту бджіл та стану довкілля [5].

Зміна температурного режиму, а також нерівномірність сезонного розподілу опадів, безпосередньо впливають на тривалість вегетаційного періоду рослин, що ускладнює стабільне забезпечення бджіл якісним пилком і нектаром. Це призводить до зниження імунітету, зменшення маси та життєздатності як робочих особин, так і маток. В результаті відбувається зниження заплідненості, порушення феромональної регуляції всередині сім'ї та ризик її загибелі. Відповідно, раніше нами вже було досліджено про вплив погодних температур та недостатніх ресурсів нектару та пилку на вагу робочих особин даних досліджуваних порід [6].

Висновки. У подальшому планується розширити спектр морфометричних і фізіологічних параметрів дослідження, а також оцінити вплив пестицидного навантаження, зміни pH ґрунту, вмісту важких металів та мікробіому довкілля на розвиток і якість бджолиних маток. Отримані дані можуть бути інтегровані до системи ветеринарного моніторингу здоров'я запилювачів.

Охорона здоров'я бджіл, у контексті глобальних екологічних змін, потребує нових стратегій управління селекційними процесами, орієнтованими на відбір більш життєздатних і стійких до екологічного стресу маток. Проведене дослідження є важливим етапом у цьому напрямі. Таким чином, результати морфометричних досліджень маток бджіл не лише сприяють удосконаленню селекційної роботи, але й відіграють вагому роль у формуванні природоохоронної політики та розвитку екомедичної науки як міждисциплінарної галузі, що об'єднує знання з біології, екології, ветеринарії та медицини.

Література

1. Папп В. В., Керек С. С. Дослідження породних ознак карпатських бджіл за допомогою програмного забезпечення “Beemorph”. *Бджільництво України*, 2015, № 1, с. 103–109.

2. Barbosa A. L., Pereira F. M., Neto J. M. V., Rego J. G. S., Lopes M. T. R., Camargo R. C. Beekeeping (beekeeping). 1st ed. Brasılia: Embrapa Technological Information, 2007. 113 p. DOI: https://doi.org/10.1080/21683565.2014.991056

3. Савчук Л. Б., Ліщук С. Г. Морфологічні та господарсько-біологічні дослідження робочих особин медоносних бджіл Подільського регіону. *Бджільництво України*, 2023, № 11. DOI: https://doi.org/10.46913/beekeepingjournal.2023.11.13

4. Броварський В. Д., Бриндза Я., Отченашко В. В. Методика дослідної справи у бджільництві. Київ: Видавничий дім «Винниченко», 2017. 166 с.

5. Michener C. D. *The bees of the world*. 2nd ed. Baltimore and London: Johns Hopkins University Press, 2007. 953 p.

6. Ashton K. Comparing phylogenetic signal in intraspecific and interspecific body size datasets. *Journal of Evolutionary Biology*, 2004, vol. 17, no. 5, pp. 1157–1161. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2004.00764.x

ФАКТОРИ РИЗИКУ ТА ПРОФІЛАКТИКА ФОТОДЕРМАТИТІВ, СПРИЧИНЕНИХ *HERACLEUM SOSNOWSKYI*

Нужненко Є.Ю.,
Чайка Ю.Г.
Національний медичний університет ім. О.О.Богомольця,
Київ, Україна

Метою роботи було визначити основні фактори ризиків опіків, спричинених борщівником, а також окреслити ефективні профілактичні заходи, спрямовані на запобігання новим випадкам ураження.

Актуальність дослідження. Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) становить значну екологічну та медичну загрозу в Україні. Фототоксичні властивості рослини, зумовлені вмістом фуранокумаринів, призводять до серйозних хімічних опіків шкіри при контакті з соком рослини та подальшому УФ-опроміненні. Реакція розвивається протягом 24 годин з піком чутливості (протягом 2 годин), спричиняючи еритему, набряк, запалення та гіперпігментацію, що може зберігатися місяцями. Канцерогенний і тератогенний потенціал фуранокумаринів зумовлює нагальну потребу вивчення факторів ризику та розробки профілактичних заходів проти уражень населення.

Матеріали та методи. Матеріалами для проведення дослідження слугували наукові публікації вітчизняних та зарубіжних авторів, а також

фотоматеріали з клінічними випадками та умовами виникнення уражень. При цьому нами було використано описові та аналітичні методи.

Результати. Основними факторами ризику фотохімічних опіків від *Heracleum sosnowskyi* є його агресивна інвазійність, швидке зростання та складність ідентифікації неспеціалістами. За даними дослідження, проведеного в Польщі серед працівників лісового господарства, 20% респондентів повідомили про щонайменше один випадок контакту з рослиною, причому приблизно 40−45% контактів супроводжувались розвитком фотохімічних уражень шкіри різного ступеня тяжкості. Аналіз літератури показав суттєве зростання частоти звернень з приводу фототоксичних уражень у літній період 2024 року, що корелює зі збільшенням популярності відеоконтенту в соціальних мережах, зокрема на платформі TikTok. Клінічна картина включає еритему, свербіж, формування пухирів, а в 12−15% випадків − некроз тканин і набряк Квінке.

Висновки. Головну групу ризику становлять працівники відкритих територій, діти, що використовують стебла як іграшки, та особи, необізнані з небезпекою рослини. Профілактика передбачає уникнення контакту, захисний одяг та негайне промивання шкіри водою впродовж 15 хвилин після контакту.

Література

1. Барна, І. В., & Голик, Я. В. (2018). Борщівник Сосновського (Heracleum sosnowskyi Manden.): біологічні особливості та заходи боротьби. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агрономія*, *22*(1), 177-181 с.

2. Литвин, В. М., & Коновалова, О. В. (2016). Фітотоксичність борщівника Сосновського (Heracleum sosnowskyi Manden.) та заходи з її зменшення. *Агроекологічний журнал*, (1), 103-107 с.

4. Rothman, K. J., Greenland, S., & Lash, T. L. (2008). *Modern epidemiology*. Lippincott Williams & Wilkins.

ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ СУДОВОЇ ВЕТЕРИНАРІЇ

Савчук Л.Б., кандидатка сільськогосподарських наук, доцентка
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Сучасна судова ветеринарія є важливою міждисциплінарною галуззю, що поєднує ветеринарну медицину та юриспруденцію для розслідування злочинів, пов'язаних з тваринами, та використання знань про них у ширшому правовому контексті. Однак, коріння цієї співпраці сягає глибокої давнини, задовго до появи формалізованих судових процедур та спеціалізованих експертів. Хоча ми не знайдемо прямих згадок про "судових ветеринарів" у сучасному розумінні в стародавніх текстах, існують переконливі свідчення того, що знання про тварин відігравали певну роль у вирішенні правових питань та встановленні справедливості.

В аграрних суспільствах давнини, де тварини часто становили основу економіки та добробуту, питання, пов'язані з їхнім здоров'ям, вартістю та власністю, неминуче ставали предметом правових спорів. Стародавні законодавчі акти, такі як знаменитий Кодекс Хаммурапі (близько 1754 р. до н.е.), містять положення, що регулюють відносини між людьми та їхніми тваринами. Наприклад, у ньому передбачалися покарання за завдання шкоди чужій худобі або за недбале ставлення до неї. Хоча ці закони не завжди вимагали детальної ветеринарної експертизи, вони, безсумнівно, передбачали наявність певних знань про стан тварин для оцінки збитків та визначення вини [1].

У римському праві також існували норми, що стосувалися здоров'я та хвороб домашніх тварин, особливо при укладанні угод купівлі-продажу. Наявність певних захворювань могла впливати на вартість тварини та бути підставою для розірвання угоди. Це свідчить про те, що знання про ветеринарні аспекти мали юридичне значення.

Літературні та історичні джерела також можуть пролити світло на використання знань про тварин у правових контекстах. Описи судових процесів або розслідувань у стародавніх хроніках можуть містити згадки про використання слідів тварин для встановлення винних у крадіжках або інших злочинах. Наприклад, у сільській місцевості вміння розпізнавати сліди різних тварин могло бути ключовим у розслідуванні порушень меж пасовищ або незаконного полювання.

Звичаєве право різних культур також зберігало традиції, пов'язані з тваринами. У багатьох суспільствах існували усні правила щодо вирішення спорів, пов'язаних з худобою, де знання про поведінку тварин, їхні особливості та потенційні хвороби могли відігравати важливу роль у прийнятті рішень старійшинами чи іншими авторитетними особами [2].

Археологічні знахідки, хоча й не є прямим свідченням правових процедур, можуть надавати непрямі докази. Виявлення скелетів тварин зі

слідами травм, які не могли бути отримані випадково, або з ознаками отруєння, може натякати на насильницьку смерть, яка могла бути предметом розгляду в тогочасній правовій системі, навіть якщо деталі цього розгляду не дійшли до нас у письмових джерелах.

Хоча рання історія не знає формальної дисципліни судової ветеринарії, розгляд стародавніх законів, літературних джерел, звичаєвого права та археологічних знахідок свідчить про те, що знання про тварин та їхній стан вже в давнину мали певне значення при вирішенні правових питань та встановленні справедливості. Ці ранні, можливо, несистематизовані випадки заклали підґрунтя для подальшого розвитку судової ветеринарії як важливої галузі знань, що допомагає сучасному правосуддю.

Важливим етапом у розумінні необхідності контролю за здоров'ям тварин та якістю продуктів харчування стали реформи початку XVIII століття. Зокрема, у 1716 році була заснована військова медична служба, а прийнятий того ж року Військовий устав містив положення, що стосувалися здоров'я тварин у війську та експертизи продуктів харчування.

Ці заходи, здійснені в рамках військової реорганізації того часу, свідчили про усвідомлення стратегічної важливості стану військових тварин та якості провіанту для забезпечення боєздатності армії. В Уставі, ймовірно, були прописані певні вимоги до утримання, догляду та огляду військових тварин. Також регламентувалася експертиза продуктів харчування, що постачалися до війська, з метою запобігання захворюванням серед особового складу [3].

Принциповим моментом Військового уставу 1716 року стало запровадження обов'язкової експертизи трупів у випадках насильницької смерті та складання письмового висновку. Ця норма, спрямована на вдосконалення розслідування смертей у війську, заклала важливий принцип документування обставин та причин загибелі на основі медичних знань.

Розглядаючи ці події виключно в історичному контексті розвитку медичної та експертної справи, можна відзначити, що запровадження елементів контролю за здоров'ям тварин та якості продуктів у військовій сфері стало одним із ранніх проявів розуміння необхідності спеціальних знань при вирішенні питань, що мають практичне значення для функціонування державних інституцій.

1805-1806 р.р. стали важливим етапом, позначившись організацією тваринно-лікувальних кафедр у складі медичних факультетів ряду університетів. Ця подія свідчила про зростаюче розуміння важливості наукової підготовки фахівців у галузі лікування тварин та заклала підґрунтя для розвитку ветеринарної освіти та науки. Інтеграція ветеринарних дисциплін у медичні факультети сприяла обміну знаннями між медиками та спеціалістами з хвороб тварин, що могло мати опосередкований вплив і на розуміння питань, пов'язаних зі здоров'ям тварин у правовому контексті, зокрема у випадках завдання шкоди або поширення захворювань.

Дата 1828 рік є знаковою, оскільки побачив світ «Статут судової медицини», який був оформлений як наукова дисципліна. Ця подія мала важливе

значення для розвитку медико-правових знань у цілому, систематизуючи підходи до використання медичних даних у судових процесах. Хоча цей Статут насамперед стосувався людей, сам факт формалізації судової медицини як науки створив прецедент для подальшого розвитку подібних підходів і в галузі, пов'язаній зі здоров'ям тварин та їхнім значенням у правових питаннях.

У 1829 році були надруковані „Правила для лікарів при судовому огляді та розтині мертвих тіл". Ця публікація стала важливим кроком у стандартизації процедур судово-медичного дослідження людських тіл, встановлюючи чіткі протоколи огляду та розтину для лікарів, залучених до судових справ. Хоча ці правила не стосувалися тварин, вони відображали загальну тенденцію до формалізації та наукового обґрунтування медичної експертизи у правовій системі, що згодом могло вплинути і на підходи до дослідження випадків, пов'язаних із тваринами [4].

1895 рік ознаменувався виходом у Харкові першого в Західній Європі підручника із судової ветеринарної медицини «Судебная экспертиза» авторства Попова Ф.Т. Ця подія стала знаковою для становлення судової ветеринарії як окремої наукової дисципліни. Видання такого підручника свідчило про накопичення знань та досвіду у цій галузі, а також про визнання необхідності спеціальної підготовки фахівців, здатних застосовувати ветеринарні знання у правових питаннях. Публікація підручника в Харкові підкреслює важливу роль українських науковців у розвитку цієї нової галузі знань.

1907 рік став знаменним завдяки виданню „Кратного курсу судової ветеринарії для студентів і лікарів" професора Ф.Т. Попова. Цей посібник став першим самостійним виданням з судової ветеринарної медицини в нашій країні, що підкреслювало зростаючу потребу в спеціалізованих знаннях у цій галузі та важливість підготовки кваліфікованих фахівців.

У 1977 році вийшов друком перший радянський підручник «Основи судової ветеринарної медицини» авторства М.А. Добіна. Це видання стало важливим кроком у систематизації знань із судової ветеринарії на радянському просторі, узагальнивши накопичений досвід та наукові розробки в цій сфері.

1979 рік відзначився виходом підручника Образцова, присвяченого експертизі продуктів харчування та сировини тваринного походження. Ця праця підкреслила важливість ветеринарно-санітарної експертизи у забезпеченні якості та безпечності харчових продуктів, а також сировини, отриманої від тварин, що має безпосереднє значення для правового регулювання цієї сфери.

1994 рік став важливим етапом для розвитку судової ветеринарної медицини в Україні, оскільки в цьому році було введено окремий курс цієї дисципліни у програмах українських вищих навчальних закладів. Це свідчило про визнання судової ветеринарії як самостійної та необхідної галузі знань для майбутніх ветеринарних фахівців та її важливість для правової системи країни [1,3].

Література:

1. Кримінальний кодекс України / Ю. В. Баулін, В. І. Борисов, С. Б. Гаврин та ін.; за заг. ред. В. Т. Маляренка, В. В. Сташись, В. Я. Тація. 2-ге вид. Харків: Одісея, 2004. 1155 с.

2. Лавринович О. В. Судова експертиза як елемент реалізації конституційних прав громадян. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики : Зб. наук.-практ. матеріалів*. Харків: Право, 2004. С. 5-8.

3. Цимбал М. Л., Труш А. М., Савенко М. М. Перспективи становлення судової експертизи ветеринарної медицини в Україні. *Теорія і практика судової експертизи і криміналістики : Зб. матер. міжнар. наук.-практ. конф.* Харків: Право, 2002. С. 564-569.

4. Балинян Т. Є., Дереча Л. М. Специфіка етапів ідентифікаційних досліджень у судово-біологічній експертизі. *Теорія та практика судової експертизи : Зб. наук. праць*. Харків, 2007. С. 230-236.

Секція 2. Інноваційні технології охорони здоров'я рослин

Section 2. Innovative technologies for plant health

RESISTANCE OF MAIZE HYBRIDS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS TO DISEASES UNDER IRRIGATION CONDITIONS

Bugera D.O., postgraduate,
Marchenko T.Y., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

A significant reserve for obtaining high and stable corn yields is its integrated protection against diseases, which in conditions of intensification of production become especially harmful. In conditions of intensive farming, when the established balance of microorganisms in plant agrobiocenoses is disturbed, favorable conditions are created for the development of phytopathogenic organisms [1]. According to the latest trends in modern agricultural production, there is a need to limit the use of chemical preparations against harmful organisms on cultivated plants in order to meet the needs of the world market for organic agricultural products. The use of chemicals in intensive technologies has led to the accumulation of pesticide residues in the soil and groundwater. Thanks to constant breeding work, it is possible to grow agricultural plants, including corn, without the use of pesticides by selecting breeding material and creating genotypes resistant to harmful organisms [2].

Corn hybrids are susceptible to pathogens of many infectious diseases, especially in the south of Ukraine under irrigation, where optimal conditions are created for their development. Therefore, the parameters of new models of corn hybrids should include a number of adaptive traits that will ensure plant resistance to the most dangerous diseases in a certain ecological and geographical zone. Each of the pathogens has its own biological characteristics, a certain development cycle and causes characteristic symptoms of the disease [3].

.Blistery smut of corn. The causative agent of this disease is the fungus Ustilago zeae. The disease is widespread, but causes the greatest damage in the semi-arid central regions of the steppe zone, especially when growing susceptible hybrids, affecting 10–25% of plants. The harmfulness of blister smut depends on the place and time of infection, the intensity of spread [4]. Corn plants are most susceptible to infection with sooty mold from the 4–6 leaf stage to the beginning of milky ripeness, since the fungus, the causative agent of the disease, is capable of infecting only young meristematic tissues. Most often, it affects the zone of the stem growth cone, as a result of which the stems, leaves, panicles, as well as young ears and their rudiments located in the leaf sheaths and stems are affected, then - panicles, at the beginning of flowering - ears. The swellings are especially large on the stems and ears. They are areas of plant tissue that have grown and are covered with a whitish membrane. The initial contents of the swellings are white, then turn black from the mass of chlamydospores (sooty spores) that are formed [5]. It has been established that the resistance of corn to the causative agent of blister blight is due to the structural features of plants. To prevent plants from being affected by this disease, field resistance (mechanical immunity) is of great importance, which is determined by the structural features of the plant, which

determine the accessibility of young tissues for infection: the density of the leaf spiral, the degree of coverage of the cone of growth of susceptible meristematic tissue, the density of the leaf sheaths [6].

Fusarium stem and root rot. Fusarium is one of the most complex problems of corn etiology, since there are numerous species of *Fusarium* that cause the disease. The causative agent is the fungus Fusarium moniliforme, F. moniliforme var. subglutinans, F. gibbosum, F. oxysporum, etc. *Fusarium* rot is the most common and dangerous disease in the conditions of irrigation in southern Ukraine. *Fusarium* root rot affects the roots and lower internodes of the stems. Its signs can appear throughout the growing season, starting with seedlings. Brown strokes and spots appear on the roots, which darken and rot over time [7].

Resistance to lodging of plants is one of the important economic and valuable indicators. The study of signs of resistance to diseases is a rather important issue in the development of a model of a new genotype, because the creation of corn hybrids, based on the constructed model, should include adaptive signs that affect technological, yield indicators and product quality.

So, significant damage to corn in the steppe region is caused by blister soot, fusarium stem and root rot, which our research was aimed at studying. Field studies were conducted on irrigated fields of the Institute of Climatic-Oriented Agriculture of the NAAS.

The resistance of corn hybrids of different maturity groups of domestic selection to major diseases in irrigated conditions under the influence of different weather conditions over the years of research on a natural infectious background was revealed. The use of new source material reliable in terms of disease resistance in breeding programs became the basis for the introduction of resistant hybrids of domestic selection into production. Studies have shown that the spread and degree of plant damage by corn blister blight were significantly influenced by weather conditions, irrigation, and the growing season of hybrids. During the research period, an upward trend was observed in the percentage of disease with an increase in the growing season: in the early-ripening group, the maximum percentage of damage was 8.5%, in the medium-early group - 11.4%, in the medium-ripening group - 18.6%, in the medium-late group - 25.7%. The maximum damage was observed in the group of late-ripening hybrids - 28.6%. Late-ripening genotypes had the highest percentage of smut infection by absolute maximum value – up to 28.6%, however, the average group indicator of the studied trait remained at a rather low level (X = 3.41%). This indicates a high efficiency of genotype selection for plant resistance to infectious diseases. The infection by smut infection was promoted by high air temperature during the growing season of corn plants and artificial humidification, which increased the percentage of its rapid spread.

Hybrids of the early-ripening group showed the highest resistance to the causative agent of blister sooty mold.

The presence of a high percentage of plants affected by the disease indicates that it is necessary to improve the starting material by breeding methods in the direction of resistance to diseases, to conduct a constant search for sources of resistance.

The study of the studied traits contributes to the establishment of optimal parameters of morpho-biological models of corn hybrids of different maturity groups, adapted to irrigated conditions.

The data obtained with a high percentage of plants affected by the disease indicate that the starting material should be improved by breeding methods, to conduct a constant search for sources of plant resistance to diseases. The assessment of hybrids for disease resistance determines their suitability for further use in irrigated agriculture. Hybrids of the early-ripening group were noted as more resistant.

The study of biological and technological features of the development and spread of diseases provides an objective assessment of the resistance of ripeness groups of corn hybrids, on the basis of which the establishment of optimal parameters of the morpho-biological model of hybrids adapted to irrigated conditions will be reconstructed. The prospect of further study of resistance to diseases lies in the assessment of hybrids and lines on a natural, provocative (constant cultivation) and artificial background (artificial infection of plants with diseases), which will make it possible to identify resistant genotypes for breeding work and use in production. The established correlations indicate that strict control over resistance to fungal diseases must be carried out among genotypes with a large mass of the cob and the mass of 1000 grains, as well as among tall plants, especially in the ripeness groups of mid-ripening, mid-late and late-ripening hybrids.

Literature

1. Marchenko, T. Yu. (2019). Innovative elements of cultivation technology of corn hybrids of different FAO groups in the conditions of irrigation. *Natural sciences and modern technological solutions: knowledge integration in the XXI century: collective monograph* Lviv-Torun: Liha-Pres, 137–153. doi.org/10.36059/978-966-397-154-4/135-152.

2. Вожегова, Р. А., Боровик, В. О., Тищенко, О. Д., Базалій, Г. Г., Кобиліна, Н. О., Марченко, Т. Ю., Кузьмич, В. І., Клубук, В. В., Усик, Л. О., Куц, Г. М., & Рубцов, Д. К. (2017). Аналіз та оцінка генетичних ресурсів рослин Інституту зрошуваного землеробства НААН. *Фактори експериментальної еволюції організмів. 20*. 116–121. http://doi.org/10.7124/FEEO.v20.745.

3. Марченко, Т. Ю., Гож, О. А., Глушко, Т. В., Нужна, М. В., & Лавриненко, Ю. О. (2013). Стійкість гібридів кукурудзи різних груп стиглості до хвороб в умовах зрошення. *Зрошуване землеробство. 60*. 105–108.

4. Лавриненко, Ю. О., Марченко, Т. Ю., & Забара, П. П. (2019). Селекційні надбання та їх роль в стабілізації виробництва зерна кукурудзи в Україні. *Зрошуване землеробство*. *72*. 160–174. http://doi.org/10.32848/0135-2369.2019.72.21.

5. Кукурудза на зрошуваних землях / Лавриненко, Ю. О., Вожегова, Р. А., Коковіхін, С. В., Писаренко, П. В., Найдьонов, В. Г., & Михаленко, І. В. (2011). Херсон: Айлант, 468.

6. Кириченко, В. В., & Петренкова, В. П. (2012). Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів. Харків: Ін-т рослинництва, 320.

7. Євтушенко, М. Д., Лісовий, М. П., Пантелєєв, В. К., & Слісаренко, О. М. (2004). Імунітет рослин. К.: Колобіг, 303.

ADAPTIVE CAPACITY OF CORN HYBRIDS UNDER VARIOUS IRRIGATION METHODS AND MOISTURE SUPPLY

Diedukh Igor, postgraduate,
Marchenko Tetiana, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

In recent decades, there has been a trend towards a deterioration in the phytosanitary state of agrocenoses - the soil cultivation system is changing, the weediness of fields is increasing, crop rotation in crop rotation and pesticide application technology are being disrupted. Due to climate warming, changes are also occurring in the dynamics of the number, distribution in the fields and the economic significance of many harmful insect species. Under these conditions, it is of particular importance to clarify the species composition and study the harmfulness of the main phytophagous pests of agricultural crops, which makes it possible to predict the change in the role of pests in new conditions and prevent unnecessary costs for protective measures with a low number of the main harmful insects. Among the pests of agricultural crops, one of the first places in terms of prevalence and harmfulness is occupied by scoops [1].

Sunflower is a valuable industrial crop for Ukraine, and over the past twenty years, sunflower planting areas have almost tripled. Oversaturation of field crop rotations with this crop increases the risk of mass infestation of crops with harmful organisms, which leads to large crop losses and deterioration of the ecological situation due to the expansion of the use of pesticides. One of the most dangerous phytophagous sunflower pests is the cotton bollworm Helicoverpa armigera Hb. (Lepidoptera: Noctuidae). This pest is polyphagous, its caterpillars can damage almost 120 (according to some data, 250) plant species. In Ukraine, it can produce 2–3 generations [2].

The aim is to investigate the effectiveness of modern insecticides against cotton bollworm (Helicoverpa armigera Hb.) on the sunflower hybrid P64LC108 in the conditions of the Odessa region.

Field research was conducted on the farm of the SFG "Terra" of the Odessa district, Odessa region (N46.4771960, E30.4730260) in 2022–2023.

The main objective of the experiment was pest control, namely, protection of sunflower from cotton bollworm (Helicoverpa armigera Hb) during the growing season of the crop and determination of the biological effectiveness of the new insecticide Radiant KS (spinetoram, 120 g/l) at different rates of its application in comparison with the reference preparations Koragen 20 KS, Ampligo 150 ZC and Belt 480 KS.

The effectiveness of the reference drugs on the second day after treatment was: Koragen 20 - 59.6%, Ampligo 150 ZC - 65.3% and Belt 480 - 72.1%. No significant difference was found between the variants of the studied drug.

7 days after treatment, the biological effectiveness of the tested insecticide Radiant ranged from 57.1% to 82.6%, depending on the rate of application. The effectiveness of the reference preparations Koragen 20, Ampligo 150 ZC, and Belt 480 was 39.5%, 52.7%, and 56.5%, respectively. The tested insecticide Radiant showed a statistically significant greater lethal effect on the cotton bollworm than the reference preparations in the third variant of the experiment at a rate of application of 0.5 l/ha.

The effectiveness of the studied insecticide Radiant 14 days after treatment decreased compared to the previous record in all studied variants and was 40.1–51.2% and was on the same level as the effectiveness of the reference drugs. However, after repeated application of insecticides, the situation stabilized. Determination of biological effectiveness 16 days after the first treatment showed that in the third variant of the experiment Radiant at a consumption rate of 0.5 l/ha the effectiveness was 95.6%, which is 10.4% more compared to the best standard (Ampligo, 0.3, l/ha).

Calculations 21 days after the first treatment showed that the highest biological efficiency was in the second variant with a consumption rate of Radiant insecticide of 0.4 l/ha and amounted to 93.5%, which was 5.5% higher than this indicator in relation to the best standard. In the third variant with a consumption rate of Radiant insecticide of 0.5 l/ha, the biological efficiency was also higher than the best standard indicator by 1.6% and amounted to 89.6%.

At the end of the observations in the second and third variants of the experiment, the biological efficiency was 100%. In all variants using the tested insecticide Radiant, the efficiency of the action was better than in the variants using the reference preparations..

The results of the calculations of the biological effectiveness of the studied preparation in relation to the second treatment were similar to the previous ones.

Thus, the studied insecticide Radiant showed high biological effectiveness in combating cotton bollworm on sunflower crops..

The data showed that the effectiveness of the studied insecticide Radiant was higher than the effect of the reference preparations when recording 2 days after the second treatment in the third variant of the experiment with a consumption rate of 0.5 l/ha, 7 days after the second treatment in the second and third variants with consumption rates of 0.4 l/ha and 0.5 l/ha, 15 days after the second treatment in all variants using the studied preparation.

Conclusions. The studied insecticide Radiant showed high biological effectiveness against cotton bollworm, common in sunflower crops at a consumption rate of 0.3–0.5 l/ha during the growing season of the crop. The effectiveness of the studied insecticide Radiant KS (spinetoram, 120 g/l) at application rates of 0.3–0.5 l/ha at the end of the observation period exceeded the effectiveness of the reference preparations Koragen 20, Ampligo 150 ZC, and Belt 480. At an application rate of the insecticide Radiant 0.4–0.5 l/ha, the effectiveness against the cotton bollworm was 100% at the end of the growing season. The highest yield of the sunflower hybrid P64LC108 (Pioneer company) was obtained at the level of 3.81 t/ha in the variant with the application of the preparation Radiant, KS at application rates of 0.5 l/ha.

Literature

1. Сіроус Л. Я. Совки — шкідники сільськогосподарських культур у Харківській області. 2015. № 1–2. С. 140–145.
2. Клечковський Ю. Е., Глушкова С. О., Могилюк Н. Т., Ігнатьєва О. В. Шкідливість популяції бавовникової совки та мікробіоконтроль її чисельності на посівах томатів. *Агробіологія.* 2017. №1. С. 141–146.

PROTECTION OF HYBRIDS OF MAIZE GROUPS OF FAO TYPE OF AWARENESS OF OSTRINIA NUBILALIS HÜBNER FOR GREAT CULTIVATIONS

Donets A. O., doctoral student,
Marchenko T.Y., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

Irrigation in arid regions of the country is an important factor that guarantees high corn yields, influencing not only the conditions for plant growth, but also the development of all living organisms that live both in the soil and plants, and in the zone of vegetation cover. During irrigation, the microclimate of the surface layer of the atmosphere and soil changes significantly. For most pests of hygrophilic and mesophilic ecological groups, which are not connected with the soil in all phases of development and live in the zone of the plant layer, irrigation creates more favorable conditions. Among the pests whose number increases during irrigation, the stem corn moth (*Ostrinia nubilalis* Hübner), which is widespread in Ukraine, belongs [1].

Recently, there has been an interest among producers in the use of biological plant protection products. The scientific justification for the biologization of agricultural production in Ukraine will contribute to the synchronization of research with leading innovative structures in the EU and the world in the direction of rational environmental management, resource conservation, and adaptation to climate change processes in Ukraine [2].

The aim of the research was to determine the effectiveness of the use of chemical and biological means of protection of corn hybrids of different FAO groups from Ostrinia nubilalis Hübner under drip irrigation conditions on permanent corn crops during 2020…2024. Field experiments were conducted at the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS in the agroecological zone of the Southern Steppe of Ukraine. The research used hybrids of Ukrainian selection, listed in the State Register of Plant Varieties of Ukraine. The generally recognized research methodology was used [3, 4].

According to the results of the research, it was found that with constant corn crops, damage to corn hybrid plants in the 4th–5th year increased significantly

compared to the first years (2020…2021). Hybrids with FAO over 300 were more affected, which is associated with a longer vegetation period of these genotypes and an increase in the duration of invasive pressure on plants.

The use of biological plant protection significantly reduced the proportion of plant damage within 2.3...4.2% for the first two years of repeated crops. Over a five-year period of constant crops, plant damage when using Trichopsin BT decreased more significantly (на 9...11%).

The use of the chemical insecticide Bi 58 was more effective. Damage to corn hybrid plants over a five-year period of constant crops was 7.0...12.8%, which is 35.9...47.7% less than the control.

The use of integrated plant protection (chemical insecticide + biological product) reduced the incidence of corn hybrid plants by 0.3…1.7%, which indicates a weak synergistic effect of the two drugs. The genotypic response of corn hybrids to the incidence of Ostrinia nubilalis Hübner was also established. Without the use of plant protection products, hybrids with FAO 290…430 were most affected. This may be due to the extension of the vegetation period of these hybrids by 10…20 days and damage by the second generation of *Ostrinia nubilalis* Hübner.

Calculations of the technical efficiency of plant protection products for corn hybrids against damage by Ostrinia nubilalis Hübner showed the highest efficiency of integrated plant protection. Chemical plant protection showed slightly lower technical efficiency, especially in the first two years of repeated crops. With an increase in the invasive load over a five-year period, the maximum increase in technical efficiency was 1.7 for the Khotyn hybrid, which indicates a weak synergistic effect of these products. The chemical means of combating Ostrinia nubilalis Hübner turned out to be the most effective for two-year and five-year periods of constant corn crops.

Conclusions: The use of biological corn protection products showed the effectiveness of the drug Trichopsin BT (biological preparations of insecticidal and growth-stimulating action) in the fight against Ostrinia nubilalis Hübner. The use of chemical insecticide Bi58 was more effective than biological protection products for two-year and five-year periods of permanent corn crops. Integrated protection of corn hybrids slightly exceeded chemical protection, but the advantage was minimal. The use of biological corn protection products is possible in organic farming and permanent crops to obtain food and feed corn grain without the use of chemicals.

Literature

1. Дудка В. В. Зернові культури на краплинному зрошенні. *Пропозиція.* 2013. № 3–4(213–214). С.72–82.

2. Hadzalo Ia., Luzan Yu. Increasing the role of agricultural science at the stage of European integration. *Bulletin of Agricultural Science*. 2023. № 12(849). С. 5–16. https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-01.

3. Вожегова, Р. А., Лавриненко, Ю. О., Малярчук, М. П. та ін. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях: монографія Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.

4. Trybel S. O., Sigaryova D. D., Sekun M. P., Ivashchenko O. O. Test methods and application of pesticides. Kyiv: The world, 2001. 256 c.

PLANT RESPONSES TO ABIOTIC STRESS: ADAPTIVE MECHANISMS AND THE ROLE OF ELEVATED CO_2 IN ENHANCING STRESS TOLERANCE

Oliwia Firlong-Lauda, Zbigniew Sobisz
Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland

Germination is a crucial phase in the plant life cycle that is highly sensitive to environmental conditions [Mahajan and Tuteja, 2005]. Abiotic stresses are the main cause of crop failure worldwide, reducing yields by over 50% [Bray et al., 2000; Wang et al., 2003]. These stresses significantly limit crop productivity and pose a threat to the sustainability of global agriculture.

Abiotic stresses, such as cold, heat, salinity, drought and oxidative stress, frequently occur in nature [Schulze et al., 2002]. Often, plants are exposed to multiple stress factors simultaneously, and the extent of their impact depends largely on their intensity and duration [Bray et al., 2000]. In order to cope with these environmental challenges, plants have evolved complex pathways to mitigate or tolerate such stresses [Mahajan and Tuteja, 2005]. These adaptive responses encompass a wide range of mechanisms at molecular, cellular and whole-plant levels.

Water deficit, a common manifestation of drought stress, induces unfavourable changes in cellular components, disrupting the function of proteins and biomembranes. The extent of these disruptions depends largely on the plant's hydration status. Consequently, severe water stress can hinder amino acid synthesis, respiration, and protein metabolism [Larcher, 2001; Schulze et al., 2002].

In order to minimise water loss under osmotic stress, plants must balance water conservation with maintaining essential physiological processes. One key strategy involves establishing a trade-off between photosynthesis rates and reduced transpiration [Koyro, 2006].

When analysing plant resistance to drought and salinity in the context of global climate change, another important factor must be considered: elevated atmospheric CO_2 levels. Increased CO_2 can enhance photosynthetic activity and improve water use efficiency while reducing oxidative stress and photorespiration [Kirschbaum, 2004; Rogers et al., 2004]. Therefore, higher CO_2 concentrations may enhance plant tolerance to drought and salinity [Koyro et al., 2012].

In conclusion, abiotic stresses are a major factor in reducing crop yield, particularly in arid and semi-arid regions. These challenges are closely linked to ongoing global climate change. In order to counter oxidative stress, plants have developed sophisticated antioxidant defence systems comprising both enzymatic and non-enzymatic antioxidants. Furthermore, elevated atmospheric CO_2 can alleviate oxidative stress and facilitate the accumulation of compatible solutes, thereby enhancing plant resistance to salinity and drought.

References

1. Bray, E. A., Bailey-Serres, J., & Weretilnyk, E. (2000). Responses to abiotic stresses. W B. B. Buchanan, W. Gruissem, & R. L. Jones (Red.), *Biochemistry and Molecular Biology of Plants* (s. 1158–1203). American Society of Plant Physiologists.

2. Kirschbaum, M. U. F. (2004). Direct and indirect climate change effects on photosynthesis and transpiration. *Plant Biology, 6*(3), 242–253. https://doi.org/10.1055/s-2004-820883

3. Koyro, H.-W. (2006). Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). *Environmental and Experimental Botany, 56*(2), 136–146. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.01.007

4. Koyro, H.-W., Ahmad, P., & Geissler, N. (2012). Abiotic stress responses in plants: An overview. In P. Ahmad & M. N. V. Prasad (Eds.), Environmental adaptations and stress tolerance of plants in the era of climate change (pp. 1–28). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0815-4_1

5. Larcher, W. (2001). *Ökophysiologie der Pflanzen: Leben, Leistung und Stressbewältigung der Pflanzen in ihrer Umwelt* (6. neubearb. Aufl.), UTB.

6. Mahajan, S., & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics, 444*(2), 139–158. https://doi.org/10.1016/j.abb.2005.10.018

7. Rogers, A., Allen, D. J., Davey, P. A., Morgan, P. B., Ainsworth, E. A., Bernacchi, C. J., Cornic, G., Dermody, O., Dohleman, F. G., Heaton, E. A., Mahoney, J., Zhu, X.-G., DeLucia, E. H., Ort, D. R., & Long, S. P. (2004). Leaf photosynthesis and carbohydrate dynamics of soybeans grown throughout their life-cycle under Free-Air Carbon Dioxide Enrichment. *Plant, Cell & Environment, 27*(4), 449–458. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2004.01163.x

8. Schulze, E.-D., Beck, E., & Müller-Hohenstein, K. (2002). *Pflanzenökologie*. Spektrum Akademischer Verlag.

9. Wang, W., Vinocur, B., Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1–14.

ANTIOXIDATIVE RESPONSES OF GLYCOPHYTES AND HALOPHYTES UNDER NATURAL SALINITY STRESS: ION INTERACTIONS AND ENZYMATIC ADAPTATION STRATEGIES

Piotr Kamiński[1,2], Beata Koim-Puchowska[3], Piotr Puchowski[4], Natalia Kurhaluk[5], Tomasz Stuczyński[6,7], Halina Tkaczenko[5]

[1]Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Medicine, Department of Biology and Medical Biochemistry, Division of Ecology and Environmental Protection, Bydgoszcz, Poland,
[2]University of Zielona Góra, Faculty of Biological Sciences, Institute of Biological Sciences, Department of Biotechnology, Zielona Góra, Poland,
[3]Kazimierz Wielki University, Department of Biotechnology, Bydgoszcz, Poland,
[4]Government Forestry in Toruń, Zamrzenica Forestry District, Bysław, Poland,
[5]Pomeranian University in Słupsk, Institute of Biology, Słupsk, Poland,
[6]Soil and Plant Cultivation-Government Scientific Institute, Department of Soil Sciences, Puławy, Poland
[7]The John Paul II Catholic University of Lublin, Faculty of Natural Sciences and Health, Lublin, Poland

Plants that inhabit naturally saline environments face distinctive physiological challenges which have a significant impact on their growth, development and long-term survival [Zhao et al., 2020]. Salinity, which is characterised by high concentrations of soluble salts in soil or water, impairs water uptake, disrupts ion homeostasis and restricts the availability of nutrients. These effects lead to an osmotic imbalance, ion toxicity and an increased production of reactive oxygen species (ROS), which collectively result in oxidative stress [Atta et al., 2023]. If left unmitigated, such stress can drastically reduce plant productivity. Therefore, understanding how plants respond to salinity is crucial for improving agricultural sustainability, particularly in areas affected by saline soils or water.

Saline habitats are widespread and expanding globally due to factors such as climate change, unsustainable irrigation practices, and land degradation [Ingrao et al., 2023]. In order to survive in these environments, plants have evolved a variety of adaptive strategies, such as osmotic regulation, selective ion transport, salt exclusion and the production of compatible solutes [Balasubramaniam et al., 2023]. Studying these physiological responses provides valuable insights into plant resilience and could lead to improvements in the salt tolerance of economically significant crops [Singh et al., 2022].

In this study, we investigated the enzymatic antioxidant defence mechanisms in plants from different ecological groups when exposed to naturally destabilised ion homeostasis. Our focus was on the activity of three key antioxidant enzymes: superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and ascorbate peroxidase (APX), as well as the content of malondialdehyde (MDA), which is a marker of lipid peroxidation. We examined these factors in glycophytes such as *Cirsium arvense* (L.) Scop.

(creeping thistle), *Urtica dioica* L. (common nettle), *Achillea millefolium* L. (yarrow) and *Arctium lappa* L. (burdock). These species were analysed in five distinct environmental settings in the Pomeranian region of central Poland: (1) highly saline and alkaline areas near sodium manufacturing sites (SM); (2) anthropogenic saline zones (AE); (3) wetland ecosystems (WE); (4) agricultural fields (AG); (5) unpolluted control sites (C).

At the same time, we examined the relationship between the elemental composition of *Salicornia europaea* L. (common glasswort), which was sampled exclusively from saline environments (SM and AE), and oxidative stress. Concentrations of sodium (Na), calcium (Ca), iron (Fe), zinc (Zn), copper (Cu), manganese (Mn), molybdenum (Mo), chromium (Cr), nickel (Ni), cadmium (Cd) and lead (Pb) were quantified in both the roots and the above-ground parts in order to evaluate their potential role in reactive oxygen species (ROS) generation and activation of antioxidant responses.

Soil samples were air-dried, homogenised and sieved. Electrolytic conductivity (EC) and pH were measured using Elmetron CC-401 and C-501 meters, respectively. Plant samples were collected at midday, washed, and divided into roots and shoots. Mineralised plant and soil samples were analysed via inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

Superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) activities were assayed in homogenates with added polyvinylpyrrolidone (PVP), following the method of Mishra et al. (2008). APOX activity was measured according to the method of Juszczuk et al. (2001), while lipid peroxidation (MDA content) was determined according to the method of Ohkawa et al. (1979). Protein content was quantified using the Bradford method (1976).

Our results revealed positive and negative correlations between levels of chemical elements and antioxidant responses, highlighting the complexity of ROS-scavenging systems. Certain ions, such as Na, Ca, Cu and Fe, promoted lipid peroxidation, yet also induced antioxidant responses in glycophytes. Notably, cadmium influenced APOX activity and MDA levels even in control environments, suggesting its capacity to activate oxidative pathways in response to environmental pH and Ec.

Na and Ca appeared to stimulate antioxidant enzyme activity, particularly under disturbed conditions, while also modulating transition metals that could enhance or suppress enzymatic function. In contrast, Cd and Pb impaired APOX and CAT activities in glycophytes, though SOD activity was less negatively affected. In S. europaea, Fe, Zn and Cu increased SOD activity but reduced CAT activity, with these effects being modulated by the type of plant organ and the environmental context.

Calcium concentration, particularly in alkaline conditions, was positively associated with APOX activity in the shoots of both halophytes and glycophytes. Differences in MDA content and SOD activity between roots and shoots indicated organ-specific responses to oxidative damage, suggesting that glycophytes likely compensate through robust enzymatic defences. In *S. europaea*, MDA levels were higher in shoots from anthropogenic environments, although enzymatic activity

remained consistent across organs, implying the involvement of factors beyond the ions that were measured.

Among glycophytes, higher superoxide dismutase (SOD) and ascorbate peroxidase (APOX) activities were recorded in leaves than in roots in saline environments (SM), likely due to the levels of calcium (Ca), copper (Cu), zinc (Zn) and cadmium (Cd). However, lipid peroxidation was more intense in green tissues from anthropogenic and agricultural sites than in *S. europaea*. This may reflect different strategies: glycophytes minimise Na uptake to preserve ionic balance, whereas halophytes tolerate and accumulate Na, resulting in higher concentrations in the roots and shoots.

Overall, glycophytes exhibited greater lipoperoxidation under salinity, suggesting elevated ROS levels. In contrast, halophytes maintained higher APOX activity in their roots, likely as a protective adaptation. CAT activity was higher in glycophyte shoots, indicating enhanced oxidative defence in the aerial parts of the plant. These findings suggest that glycophytes may be more adaptable in their regulation of enzymes under stress, although further research is required to fully understand these adaptive mechanisms.

In conclusion, this study sheds light on the distinct physiological and biochemical strategies employed by glycophytes and halophytes in response to salinity-induced oxidative stress. Glycophytes exhibited higher levels of lipid peroxidation, particularly in their shoots, whereas halophytes demonstrated increased APOX activity in their roots. These patterns suggest that antioxidant enzymes have organ-specific roles and highlight the involvement of sodium (Na), calcium (Ca), iron (Fe) and zinc (Zn) in modulating oxidative stress responses. Variations in enzyme activity were influenced by environmental parameters, particularly soil pH and conductivity. Ultimately, our findings emphasise the importance of studying ion-antioxidant interactions to enhance our understanding of plant resilience in saline environments and to inform crop improvement programmes.

References

1. Atta, K., Mondal, S., Gorai, S., Singh, A. P., Kumari, A., Ghosh, T., Roy, A., Hembram, S., Gaikwad, D. J., Mondal, S., Bhattacharya, S., Jha, U. C., & Jespersen, D. (2023). Impacts of salinity stress on crop plants: improving salt tolerance through genetic and molecular dissection. *Frontiers in plant science*, 14, 1241736. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1241736.

2. Balasubramaniam, T., Shen, G., Esmaeili, N., & Zhang, H. (2023). Plants' Response Mechanisms to Salinity Stress. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(12), 2253. https://doi.org/10.3390/plants12122253.

3. Ingrao, C., Strippoli, R., Lagioia, G., & Huisingh, D. (2023). Water scarcity in agriculture: An overview of causes, impacts and approaches for reducing the risks. *Heliyon*, 9(8), e18507. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18507.

4. Singh, P., Choudhary, K. K., Chaudhary, N., Gupta, S., Sahu, M., Tejaswini, B., & Sarkar, S. (2022). Salt stress resilience in plants mediated through

osmolyte accumulation and its crosstalk mechanism with phytohormones. *Frontiers in plant science*, 13, 1006617. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1006617.

5. Zhao, C., Zhang, H., Song, C., Zhu, J. K., & Shabala, S. (2020). Mechanisms of Plant Responses and Adaptation to Soil Salinity. *Innovation (Cambridge (Mass.))*, 1(1), 100017. https://doi.org/10.1016/j.xinn.2020.100017.

ENVIRONMENTAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES OF GLYCOPHYTES AND HALOPHYTES TO SOIL CHEMICAL STRESS IN THE INOWROCŁAW ECOLOGICAL THREAT REGION (POLAND)

Beata Koim-Puchowska[1], Piotr Kamiński[2,3], Piotr Puchowski[4], Natalia Kurhaluk[5], Tomasz Stuczyński[6,7], Halina Tkaczenko[5]

[1]Kazimierz Wielki University, Department of Biotechnology, Bydgoszcz, Poland,
[2]Nicolaus Copernicus University in Toruń, Collegium Medicum in Bydgoszcz, Faculty of Medicine, Department of Biology and Medical Biochemistry, Division of Ecology and Environmental Protection, Bydgoszcz, Poland,
[3]University of Zielona Góra, Faculty of Biological Sciences, Institute of Biological Sciences, Department of Biotechnology, Zielona Góra, Poland,
[4]Government Forestry in Toruń, Zamrzenica Forestry District, Bysław, Poland,
[5]Pomeranian University in Słupsk, Institute of Biology, Słupsk, Poland,
e-mail: natalia.kurhaluk@upsl.edu.pl, halina.tkaczenko@upsl.edu.pl;
[6]Soil and Plant Cultivation-Government Scientific Institute, Department of Soil Sciences, Puławy, Poland,
[7]The John Paul II Catholic University of Lublin, Faculty of Natural Sciences and Health, Lublin, Poland

Plants respond most rapidly to chemical changes in their environment because they lack a well-developed mechanism for maintaining ionic balance. Consequently, adaptation processes in plants occur relatively quickly and may influence their subsequent genetic development [Yang et al., 2021]. The variability in plant responses to salinity defines a broad tolerance spectrum ranging from salt-sensitive glycophytes to salt-tolerant halophytes [Kosová et al., 2013]. The bioavailability of elements to plants depends on soil factors, species, organ and physiology. The weak physiological barrier in plants when taking up chemical elements from the environment poses a significant risk of toxic elements entering the food chain [Asare et al., 2023; Ur Rahman et al., 2024].

A common feature of plants' responses to various stress factors is the generation of reactive oxygen species (ROS). Disruption to redox homeostasis leads to a condition known as oxidative stress, which is manifested by non-specific lipid oxidation, among other things. A key product of lipid peroxidation is malondialdehyde (MDA) [Hasanuzzaman et al., 2020]. The plant antioxidant system is regulated according to environmental conditions. This system comprises antioxidant enzymes, such as

superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and peroxidases (including ascorbate peroxidase, APx), as well as low-molecular-weight antioxidants, such as proline. Proline is also the most widespread compatible solute in higher plants [Rajput et al., 2021; Mishra et al., 2023].

The study aimed to analyse the environmental determinants of the physiological condition of two ecological groups of plants (glycophytes and halophytes) growing in areas with differing levels of anthropogenic impact. It also aimed to investigate the bioaccumulation capacity of the following chemical elements in roots and aerial parts: Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, Co, Se, Al, Mo, Pb, Cd, Ni and Cr. Soil parameters (pH, electrical conductivity, organic matter content and the concentration of chemical elements in the rhizosphere) were also assessed, as was the mobility of selected elements from root to shoot. Morphological parameters (shoot length), defensive mechanisms (the activity of SOD, CAT and APx enzymes and proline concentration) and the degree of lipid peroxidation (MDA concentration) were compared in plants responding to environmental stress.

The following glycophytes were studied: black elder (*Sambucus nigra* L., n = 81); common reed (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., n = 85); and a group of herbaceous plants, excluding shrubs and macrophytes (n = 220), comprising yarrow (*Achillea millefolium* L.), stinging nettle (*Urtica dioica* L.), field thistle (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) and greater burdock (*Arctium lappa* L.). Halophytes were represented by slender puccinellia (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl., n = 28) and common glasswort (*Salicornia europaea* L., n = 23). The research was conducted in the Inowrocław Ecological Threat Region, in the vicinity of: 1) soda plants (SM); 2) a landfill and neighbouring areas (AE); 3) water reservoirs and streams (WE); 4) agricultural land (AGRE); and 5) a control environment consisting of the Bory Tucholskie forests (C).

Soil samples were dried in a Memmert laboratory dryer at 65˚C until constant weight, then homogenized in a mortar and sieved through a 1 mm mesh. Roots were cleaned from soil residues under running water and rinsed three times with distilled water. Similarly, aerial parts were rinsed three times with distilled water. Plant material was divided into two parts: one for biochemical analyses, homogenized and stored at –80°C; the other dried similarly to soil samples and homogenized for chemical element analysis. Element concentrations were determined using ICP-MS (Agilent 7500CE) after mineralization. Soil pH was measured potentiometrically in 1M KCl solution (potential acidity) and distilled water (active acidity). Soil salinity (electrical conductivity, Ec) was assessed conductometrically. Organic carbon content was determined by combustion methods (Szczepaniak 1996, Więckowska 1997). Enzyme activities (SOD, CAT, APx), MDA, and proline concentrations were analyzed in plant supernatants according to established protocols: Beauchamp & Fridovich (1971) for SOD, Aebi (1984) and Scebba (1998) for CAT, Nakano & Asada (1981) for APx, Heath & Packer (1967) and Okhawa et al. (1979) for MDA, Bates et al. (1973) for proline. Statistical analyses (significance level $\alpha = 0.05$) were performed using STATISTICA v. 10.0 and Microsoft Excel 2009.

The study revealed significant environmental impacts associated with human activities. Increased soil pH and salinity (Ec) were observed in areas strongly linked to the operations of the soda industry (SM, AE), while elevated concentrations of potassium (K) and manganese (Mn) were found in soils used for agriculture (AGRE). Phytoaccumulation patterns varied depending on the plant organ, species and environment. There was intense accumulation of elements such as Na, K, Ca, Mg, Cr, Ni, Cd, Cu, Zn, Mo, Se and Mn; moderate accumulation of Co, As and Al; and weak accumulation of Pb and Fe. Increased mobility (translocation factor, TF > 1) was recorded for Na (especially in *Salicornia europaea*), Cd and Se (in *S. europaea*) and Mo, while decreased mobility (TF < 1) was observed for Fe, Co, Al, As, Ni, Cr, Pb and Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Se, particularly in *Puccinellia distans*.

Furthermore, biochemical and morphological responses varied between species and environments. Higher lipid peroxidation was detected in the aerial parts of glycophytes and *Puccinellia distans* compared to *Salicornia europaea* in areas heavily altered by humans (SM, AE). Proline concentrations primarily increased in the organs of common reed (*Phragmites australis*) with rising pollution levels, and *S. europaea* exhibited elevated Na and Cd content compared to other plants. Glycophytes exhibited shorter shoots in saline environments. Positive and negative interactions were identified among the concentrations of various macro- and micronutrients (e.g. Na, K, Ca, Mg with Fe, Zn, Cu, Mn, Co, Se, Al, Mo, Pb, Cd, Ni and Cr), as well as between these chemical elements and biochemical markers, such as superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and ascorbate peroxidase (APx) activities, malondialdehyde (MDA) and proline levels.

Based on the results, it can be concluded that the soda and salt industries have a significant impact on the environment in the Kujawy region, altering soil chemistry and influencing the phytoaccumulation of chemical elements. This poses a risk of toxic trace metals being incorporated into the trophic chain. The high degree of lipid peroxidation and morphological changes in glycophytes suggest that they have insufficient antioxidant defence mechanisms in anthropogenically altered environments. In contrast, *Salicornia europaea* shows potential for phytoremediation of Cd and accumulates Na for osmoregulation. Furthermore, reducing soil salinity could enable the expansion of *Phragmites australis* due to its adaptability, including proline accumulation, which could displace rare halophyte species.

Thus, a study conducted in the Kujawy region revealed that industrial and agricultural activities have a significant environmental impact on soil properties and the bioaccumulation of elements in halophytes and glycophytes. Increased soil pH and salinity were observed near soda industry sites, while elevated levels of potassium (K) and manganese (Mn) were found in agricultural soils. The plants exhibited different patterns of element accumulation and mobility; for instance, there was high mobility of sodium (Na), cadmium (Cd) and selenium (Se) in *Salicornia europaea* and lower mobility of many heavy metals in *Puccinellia distans*. Glycophytes exhibited higher oxidative stress and morphological changes, such as shorter shoots, in heavily anthropogenically impacted environments, indicating insufficient antioxidant defences. In contrast, *S. europaea* demonstrated the potential for the phytoremediation

of heavy metals and sodium accumulation for osmoregulation. Increased proline concentration in *Phragmites australis* may promote its expansion, potentially displacing rare halophyte species. These findings emphasise the intricate relationships between element concentrations, antioxidant enzyme activities, and oxidative stress, suggesting the existence of a coordinated regulatory system for defence mechanisms and element uptake. Further research is needed to deepen our understanding of these processes.

References

1. Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response Mechanism of Plants to Drought Stress. *Horticulturae*, 7(3), 50. https://doi.org/10.3390/horticulturae7030050.

2. Kosová, K., Práil, I. T., & Vítámvás, P. (2013). Protein contribution to plant salinity response and tolerance acquisition. *International journal of molecular sciences*, 14(4), 6757–6789. https://doi.org/10.3390/ijms14046757.

3. Asare, M. O., Száková, J., & Tlustoš, P. (2023). The fate of secondary metabolites in plants growing on Cd-, As-, and Pb-contaminated soils-a comprehensive review. *Environmental science and pollution research international*, 30(5), 11378–11398. https://doi.org/10.1007/s11356-022-24776-x.

4. Ur Rahman, S., Qin, A., Zain, M., Mushtaq, Z., Mehmood, F., Riaz, L., Naveed, S., Ansari, M. J., Saeed, M., Ahmad, I., & Shehzad, M. (2024). Pb uptake, accumulation, and translocation in plants: Plant physiological, biochemical, and molecular response: A review. *Heliyon*, 10(6), e27724. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27724.

5. Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Mahmud, J. A., Fujita, M., & Fotopoulos, V. (2020). Reactive Oxygen Species and Antioxidant Defense in Plants under Abiotic Stress: Revisiting the Crucial Role of a Universal Defense Regulator. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 9(8), 681. https://doi.org/10.3390/antiox9080681.

6. Rajput, V. D., Harish, Singh, R. K., Verma, K. K., Sharma, L., Quiroz-Figueroa, F. R., Meena, M., Gour, V. S., Minkina, T., Sushkova, S., & Mandzhieva, S. (2021). Recent Developments in Enzymatic Antioxidant Defence Mechanism in Plants with Special Reference to Abiotic Stress. *Biology*, 10(4), 267. https://doi.org/10.3390/biology10040267.

7. Mishra, N., Jiang, C., Chen, L., Paul, A., Chatterjee, A., & Shen, G. (2023). Achieving abiotic stress tolerance in plants through antioxidative defense mechanisms. *Frontiers in plant science*, 14, 1110622. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1110622.

FORMATION OF CHICKPEA SEED YIELD DEPENDS ON TECHNOLOGY ELEMENTS

Levchun S., postgraduate,
Marchenko T., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

Chickpeas, as a legume, have not yet been sufficiently studied in terms of technological methods of cultivation, especially under conditions of unstable moisture supply and increased temperature conditions, which have been observed in recent decades. To obtain stable yields of legume crops, including chickpeas, especially under high prices for energy and mineral fertilizers, as well as the absence of specialized crop rotations, there is a need for careful selection of varieties and individual elements of chickpea cultivation technology in order to increase seed productivity and quality indicators of the crop. These issues are relevant and require scientific justification, which has become the subject and object of our research in the conditions of southern Ukraine.

The task is to determine the effect of herbicides on the productivity elements of chickpea plants of the varieties Dostatok, Skarb, Yaryna and on the sowing and biochemical indicators of seeds..

Field research was conducted at the experimental field of the Odessa State Agricultural Experimental Station of the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS in 2022-2024 with the aim of optimizing chickpea growing technology in southern Ukraine under climate change conditions. The experimental field is located in the village of Khlibodarske, Biliaivskyi (now Odessa) district, Odessa region.

Analysis of the productivity structure showed that, mainly, the increase in yield was due to a greater number of beans per plant and larger seeds..

The smallest number of beans was formed by plants of all studied varieties in the control variant (without herbicide application), which ranged from 4.1 pieces in the Dostatok variety to 5.5 pieces for the Yaryna variety.

The highest number of beans per plant was recorded for the Yaryna variety – 7.8 pcs., for the Skarb variety – 7.5 pcs. and for the Dostatok variety – 7.1 pcs. with manual weeding. The increase in these indicators was achieved thanks to a field free of weeds. Thus, on average, for the Yaryna variety this indicator increased compared to the control variant (without herbicides) by 1.7–2.3 pcs., for the Skarb variety by – 1.1–1.2, and for the Dostatok variety – 2.7–3.0 pcs. The use of a mixture of herbicides was somewhat inferior in terms of the indicator “number of beans per plant” to the variant with manual weeding.

An important aspect is the individual productivity of each individual plant. The weight of grain per plant reached the highest values in the varieties Yaryna (from 2.87 to 5.46 grams), Skarb (from 1.85 to 3.12 grams) and Dostatok (from 1.55 to 2.61 grams).

The largest grain mass per plant was observed in the Yaryna variety - 3.98-5.46 g and 2.64-3.12 g in the Skarb variety, in the Dostatok variety - 2.32-2.61 g with manual weeding, when in the control variant the grain mass was 2.87 g in the Yaryna variety, 1.85 g in the Skarb variety, and in the Dostatok variety - 1.55 g. Compared to the control variant (without herbicides and manual weeding), these indicators were higher by 90%, 68.6%, 68.3%, respectively. It can be argued that the absence of weeds reduced the impact of adverse conditions on both the value of the grain mass indicator on one plant and subsequently on the yield of chickpea grain.

During the research it was found that the introduction of herbicides in the mixture of d.r. Imazamox + d.r. Bentazon maximally improved the indicators of individual productivity of chickpea plants of the Yaryna variety. The number of beans per plant was 7.6 pieces, the number of seeds – 10.3 pieces, the mass of seeds per plant – 4.98 g, and the mass of 1000 grains – 330.4 g. Compared with the control variant, these indicators were higher by 16.9%, 15.7%, 73.5% and 11.8%, respectively.

The separate application of herbicides Imazamox and Bentazon also showed some improvement, but less than when using them together. The number of beans on one plant of the Yaryna variety was 7.2–7.3 pieces, the number of seeds on one plant – 9.6–9.9 pieces, the weight of seeds on one plant – 3.98–4.36 g, the weight of 1000 grains – 312.6–318.5 g. These indicators increased by 11.1–11.2%, 10.8–11.1%, 38.6–51.9%, 5.8–7.8% respectively compared to the control variant.

Conclusions. The use of manual weeding is the most effective method for ensuring maximum individual productivity of chickpea plants, but also the most expensive. Among the options for applying herbicides, the most effective is the use of a mixture of herbicides d.r. Imazamox + d.r. Bentazon to increase the structural elements of productivity of chickpea varieties.

The use of manual weeding is the most effective method of increasing productivity elements, biochemical indicators of food quality, sowing qualities, however, it cannot be an alternative to chemical protection of chickpea crops due to high costs. Among the options for applying herbicides, the most effective is the use of a mixture of herbicides d.r. Imazamox + d.r. Bentazon.

GRAIN QUALITY INDICATORS OF CORN HYBRIDS OF DIFFERENT FAO GROUPS DEPENDING ON PLANT PROTECTION SCHEMES

Likar Yaroslav, candidate of agricultural sciences, associate professor
National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine
Kyiv, Ukraine

With the expansion of the area of corn, the diversity of its use in food, feed and technical purposes, the requirements for improving corn varietal technology are significantly increasing, taking into account the yield and quality of grain. In this case, it is necessary to take into account not only the differentiation of the biochemical composition of corn, but also the improvement of technological, physical and organoleptic properties to increase marketability in a broad sense and suitability for dynamic loads during harvesting. At the same time, with the increase in the gross production of corn grain, it is necessary to pay more attention to its quality indicators.

To successfully regulate productivity and improve the quality of corn grain, it is necessary to carefully select hybrids for a specific soil and climatic zone, taking into account their biological requirements, and to develop effective agricultural cultivation measures aimed at the processes that occur in plants at different phases of their growth and development. The most relevant problem remains the implementation of methods for the operational protection of corn from harmful organisms.

The aim of the research was to determine the effect of plant protection systems on biochemical indicators of grain quality of maize hybrids of different FAO groups.

The research was conducted in 2017–2019 at the research field of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS (now the Institute of Climate-Oriented Agriculture of the NAAS). Factor A – corn hybrids of different FAO groups: Steppe (FAO 190), Skadovsky (FAO 290), Ingulsky (FAO 350), Chongar (FAO 420), Arabat (FAO 430) selected by the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS. Factor B – protection system: control, water treatment; biological; chemical; integrated. The corn growing technology was generally accepted for irrigated conditions and met the requirements of corn production technology for the agroecological conditions of the steppe zone of Ukraine. The research was conducted under a water-saving irrigation regime.

It was established that the biochemical quality characteristics of the crop grain depended on plant protection systems and on the genotypic characteristics of corn hybrids.

Analysis of grain quality indicators of the studied corn hybrids, the productivity of which was studied in field experiments, proved a significant level of fluctuations in the content of protein, starch and fat depending on the plant protection options.

Thus, under the influence of the studied factors and depending on the genotypic characteristics of the hybrids, the content of protein, starch and oil in the grain changed. The maximum influence on the formation of qualitative indicators of the grain of the crop was caused by factor A (hybrid). Among the hybrid composition, on average over the years of research, the early-ripening hybrid Stepovy (FAO 180) stood out

significantly in terms of protein content - 9.09% compared to other hybrids, in which the protein content varied within 8.25–9.01, the smallest share was demonstrated by the medium-late hybrid Arabat (FAO 430) - 8.25%. The medium-early hybrid Skadovsky also had an advantage in protein content compared to the hybrids Ingulsky, Chongar and Arabat. This can be explained by the genotypic characteristics of the structure of the kernel of these hybrids, which has a tooth-shaped structure with an increased proportion of endosperm, which accumulates mainly starch. In the hybrids Stepovy and Skadovsky, the grain has a semi-silky structure, grain sizes of smaller linear parameters with a predominant proportion of the aleurone layer, which accumulates mainly the protein fraction.

The use of biological plant protection slightly increased the protein content, however, significantly only in hybrids with FAO 180…350 (Stepovy, Skadovsky, Ingulsky). In hybrids with FAO 420…430 (Chongar, Arabat) there was a tendency to increase protein content without significant excesses over the control. The trend of decreasing the effect of the biological product with increasing FAO group can be explained by the extension of the duration of damage by pests and the increase in the incidence of damaged grains with fusarium, which spreads in the late phases of development due to increased air humidity.

Chemical protection of hybrids was more effective compared to biological. In hybrids of all FAO groups, protein content significantly increased compared to the control. Integrated plant protection was the most effective compared to biological and chemical in all hybrids. Integrated protection showed a cumulative effect of drugs and was the most effective in reducing the damage to the grain by pests and preserving the protein content of the grain.

On average over the years of research, the grain of the studied corn hybrids by variant contained 3.30–3.96% fat. Thus, among the studied hybrids, the highest fat content on average by factor A – 3.86% was demonstrated by the medium-late hybrid Chongar (FAO 420), in other hybrids this indicator was measured at 3.62–3.84%. A higher fat content in the grain was recorded in hybrids of the medium-late maturity group (FAO 420…430). This can be explained by the genotypic features of these hybrids, which have a dentate-type kernel, therefore the increase in fat content occurs due to a decrease in protein content, which was higher in the siliceous-type hybrids (Stepovy, Skadovsky).

Plant protection products contributed to a significant increase in the fat content of all hybrids. This increase in fat content is explained by a decrease in grain injury after damage by pests and diseases. The most effective was integrated plant protection, which contributed to an increase in the fat content in the grain by 0.17...0.55%.

In terms of starch content in grain, on average by factor A, the Arabat hybrid (FAO 430) prevailed - 69.2%, while in other hybrids its content varied within 68.5–69.1%. The starch content in grain was higher in hybrids of the late maturity group, which have a dentate grain type with a predominant endosperm content. Plant protection products had a smaller effect on starch content indicators, and in the Stepovy, Skadovsky, Arabat hybrids the increase in starch content was within the error

range. The difference between biological, chemical and integrated protection was also minimal (0.2…0.6%).

Studies have shown that the plant protection system (factor B) to some extent affected the grain quality of corn hybrids. The maximum protein content of 8.37–9.38%, starch content of 68.8–69.4% and fat content of 3.80–3.96% was observed under the integrated plant protection system.

The minimum content of protein – 8.11–8.83%, starch – 68.0–68.3% and fat – 3.30–3.78% was observed in the control variant. It should be noted that the quality of grain decreased in the control variant due to damage to grain by Fusarium rot Fusarium moniliforme J. Sheld., corn borer *Ostrinia nubilalis*.

The yield level indirectly affects the formation of the main indicators of grain quality. Analysis of the data set of protein content in corn hybrids of different FAO groups showed that there is a certain negative correlation of a very strong level between the indicators of grain yield of hybrids and the amount of protein in the grain (r = -0.811…-0.951). Such a correlation is explained by the increase in grain yield of corn hybrids, when using plant protection products, an increase in the fullness of the kernel, which occurs due to an increase in the proportion of endosperm, which has a minimum proportion of protein.

It was established, on average over the years of research, regarding the influence of plant protection systems on the productivity of corn hybrids of different maturity rates under irrigation in the conditions of southern Ukraine, that hybrids of all studied FAO groups - from early to medium and late - provided maximum grain yield while adhering to integrated plant protection.

A study of early-ripening hybrids (Stepovy, FAO 180; Skadovsky, FAO 290) showed that the use of biological plant protection significantly increased grain yield by 7.9–14.3%. When growing the Stepovy hybrid (FAO 180), biological plant protection (yield 6.39 t/ha) turned out to be more effective than chemical (yield 6.25 t/ha). In all corn hybrids, the most effective means of plant protection was integrated and contributed to an increase in grain yield by 1.07…1.71 t/ha. The greatest increase in grain yield from the use of integrated plant protection was recorded in the late-ripening Arabat hybrid, which is associated with its extended vegetation and increased period of damage by pests and diseases.

Conclusions. It was established that the formation of biochemical indicators of corn grain quality is determined by the influence of technological factors, and their level depends on the genotypic characteristics of hybrids and the specificity of the action of protective agents.

It was found that the plant protection system to some extent affected the grain quality of corn hybrids. The maximum protein content of 8.37–9.38%, starch – 68.8–69.4% and fat – 3.80–3.96% was observed with an integrated plant protection system.

Corn hybrids of all studied FAO groups provided an increase in grain yield when using biological and chemical plant protection. The use of biological plant protection against pests and diseases has prospects in organic farming.

In all corn hybrids, the most effective means of plant protection was integrated, which contributed to an increase in grain yield by 1.07…1.71 t/ha.

FORMATION OF CHICKPEA SEED QUALITY DEPENDS ON TECHNOLOGY ELEMENTS

Zhyhailo Demian, postgraduate,
Marchenko Tetiana, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
Institute of Climate-Smart Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

У сучасних умовах вирощування, складних економічних та екологічних викликів, росте значення нішових культур з високим біологічним та економічним потенціалом у сільському господарстві. Зернобобові культури, зокрема нут, відіграють вагому роль у вирішенні проблем нестачі харчового та кормового білка, підвищенні родючості ґрунтів та поліпшенні їх структури.

Недостатня кількість сортів нуту, які були б придатні для вирощування в різних географічних зонах України та поєднували б високу продуктивність та якість насіння зі стійкістю до різних стресових умов, є основним фактором, що стримує поширення в агровиробництві цієї культури [1, 2].

Формування насіння з підвищеним вмістом протеїну в зерні визначається переважно генотиповими особливостями сорту та технологічними заходами. Рослини нуту використовують азот, який отримують з ґрунту та повітря. Підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації сприяє підвищенню врожайності культури, що в свою чергу впливає на вміст протеїну в зерні. У випадку несприятливої вологозабезпеченості нуту порушується процес поглинання та засвоєння азоту. Внаслідок цього у тканинах листків збільшується вміст амінного, нітратного та амідного азоту, що призводить до зниження здатності рослин синтезувати білок [3].

Білок нуту має значну харчову цінність завдяки своїм властивостям, які наближають його до тваринного білка. Вміст білка в зерні нуту коливається від 18 до 26 % у деяких сортів, а в окремих сортів може досягати 32,3 %. У порівнянні з іншими бобовими культурами, нут випереджає квасолю, сочевицю та горох на 3-7 % за вмістом білка. Загальна кількість незамінних амінокислот у білку нуту становить 41,53 % від їх загальної кількості [4].

Постановка завдання – визначити вплив гербіцидів на елементи продуктивності рослин нуту сортів Достаток, Скарб, Ярина та на посівні і біохімічні показники насіння.

Польові дослідження проведено на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН в 2022-2024 роках з метою оптимізації технології вирощування нуту на півдні України в умовах змін клімату. Дослідне поле розташоване у смт. Хліободарське, Біляївського (нині Одеського) району, Одеської області.

Результати наших досліджень показали, що продуктивність окремих рослин нуту значно залежить від сортових особливостей і технологічних прийомів, що

застосовувались при вирощуванні. Кількість бобів на одній рослині та кількість насінин у бобі є важливими показниками структури урожаю нуту.

Вивчення впливу внесення гербіцидів на біохімічну якість насіння нуту є мало дослідженим напрямком. Це вимагає проведення додаткових наукових досліджень для отримання більш детальних наукових положень. Фактори, що були вивчені у нашому досліді, значно впливали на формування якісних показників насіння нуту.

Результати наших досліджень свідчать про те, що елементи технології вирощування мають значний вплив на якість зерна нуту. Особливо помітне збільшення вмісту білка та жиру спостерігалося під впливом ручного прополювання та суміші гербіцидів д.р. Імазамокс + д.р. Бентазон.

На варіантах, де застосовувалося суміші гербіцидів д.р. Імазамокс + д.р. Бентазон та ручного прополювання було зафіксовано максимальний вміст сирого жиру в зерні нуту: у сорту Ярина – 6,03–6,05%, у сорту Скарб – 5,65–5,68%, і у сорту Достаток – 5,51–5,55%. На контрольних варіантах найнижчі значення вмісту жиру були відповідно для сортів Ярина – 5,93%, Скарб – 5,50%, і Достаток – 5,41%.

Результати досліджень показали, що продовольча якість зерна нуту значно залежить від генетичних особливостей сортів, а також від засобів боротьби з сегетальною рослинністю. Виявлено, що ручне прополювання та внесення гербіцидів д.р. Імазамокс, д.р. Бентазон як окремо, та і в суміші має позитивний вплив на формування якісних показників насіння нуту.

Відносно показника «лабораторна схожість насіння» виявлено наступне: засоби захисту від сегетальної рослинності викликали підвищення лабораторної схожості насіння. За використання препарату д. р. Імазамокс показник «лабораторна схожість насіння» підвищився на 2-3 %. Обробка препаратом д. р. Бентазон була ефективнішою, оскільки схожість насіння збільшилась на 2–6 %. Здійснений аналіз залежності схожості насіння від внесення гербіцидів д.р. Імазамокс + д.р. Бентазон показує, що застосовані речовини підвищували лабораторну схожість на 8-10%, ручне прополювання також збільшило лабораторну схожість насіння на 9–10%

Здійснений аналіз залежності лабораторної схожість насіння нуту сорту Достаток від обробки препаратами д. р. Імазамокс показує, що застосовані речовини підвищували лабораторну схожість насіння на 3%. Від обробки д. р. Бентазон підвищувалась лабораторна схожість насіння на 5%. Суміш гербіцидів д.р. Імазамокс + д.р. Бентазон та ручне прополювання мали максимальний вплив і підвищували лабораторну схожість насіння на 8–9%.

Лабораторна схожість насіння нуту сорту Ярина від внесення препарату д. р. Імазамокс підвищувалась на 2%, за застосування д. р. Бентазон – на 3%. Суміш препаратів д.р. Імазамокс + д.р. Бентазон та за ручного прополювання підвищували лабораторну схожість насіння на 8%.

Дослідження показника «енергія проростання» насіння нуту показали: засоби захисту від сегетальної рослинності викликали підвищення енергії проростання насіння. За використання препарату д.р. Імазамокс показник

«енергія проростання» підвищився на 1–3 %. Обробка препаратом д. р. Бентазон була ефективнішою, оскільки енергія проростання збільшилась на 2–6 %. Здійснений аналіз залежності енергія проростання насіння від внесення суміші гербіцидів д.р. Імазамокс + д.р. Бентазон показує, що застосовані речовини підвищували енергію проростання на 6-8%, а ручне прополювання збільшило енергію проростання насіння на 8–9%.

Застосування суміші гербіцидів д.р. Імазамокс + д.р. Бентазон підвищувало лабораторну схожість на 8-10%, а ручне прополювання збільшило лабораторну схожість насіння на 9–10%. Підвищення посівних якостей насіння сортів нуту проходило завдяки зменшенню домішок залишків бур'янів в бункерній масі при збиранні насіння, що зменшувало вологість насіння та ураження фузаріозними грибами.

Засоби захисту від сегетальної рослинності підвищили енергію проростання насіння. За використання препарату д.р. Імазамокс показник «енергія проростання» підвищився на 1–3 %. Обробка препаратом д. р. Бентазон була ефективнішою, оскільки енергія проростання збільшилась на 2–6 %. Внесення суміші гербіцидів д.р. Імазамокс + д.р. Бентазон підвищили енергію проростання на 6-8%, а ручне прополювання збільшило енергію проростання насіння на 8–9%.

Література

1. Камінський В. Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва. *Селекція та насінництво.* 2005. Вип. 90. С. 14–22.

2. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності : монографія / Заболотний Г. М. та ін. Вінниця : ВНАУ. 2020. 276 с.

3. Singh B. P. et al. Molecular characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceri causing wilt of chickpea. *African Journal of Biotechnology.* 2006. Vol. 5. P. 497–502.

4. Landa B. B. et al. Integrated management of Fusarium wilt of chickpea with sowing date, host resistance and biological control. *Phytopathology.* 2004. Vol. 94. P. 946–960.

5. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. Вип. 1. Загальна частина / ред.: В. В. Волкодав; Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин. К., 2000. 100 с.

ГОЛОНАСІННІ РЕЛІКТИ УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Антоненко В.
Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, Чернігів, Україна

Вступ. Голонасінні (*Gymnospermae*) є однією з найдавніших груп судинних рослин, представники якої дожили до нашого часу у вигляді порівняно небагатьох, але надзвичайно важливих з екологічної та філогенетичної точок зору видів. У флорі України реліктові голонасінні займають особливе місце, зберігаючись переважно в ізольованих локалітетах із специфічними мікрокліматичними умовами.

Більшість реліктових голонасінних, що збереглися донині, належать до родин *Taxaceae*, *Pinaceae*, *Cupressaceae* та *Ephedraceae*, які були широко поширені у третинному періоді.

У післяльодовиковий період, з настанням змін клімату та трансформацією ландшафтів, ареали багатьох голонасінних значно скоротилися. Деякі з них зникли, інші збереглися лише в рефугіумах – ізольованих ділянках з особливо сприятливими умовами, де клімат залишався відносно стабільним. У межах України такими рефугіумами стали Карпати, Кримські гори та окремі ділянки Лісостепу [2].

Спільною рисою реліктових голонасінних є обмежене поширення, фрагментованість популяцій, низька насіннєва продуктивність та висока вразливість до зовнішніх чинників – як природного (зміни клімату, катастрофічні події), так і антропогенного характеру (вирубування, урбанізація, інвазійні види, порушення гідрологічного режиму). Більшість із них мають тривалий життєвий цикл, повільні темпи росту й розвитку, а також здатність до вегетативного поновлення, що частково компенсує низьку репродуктивну здатність.

Матеріали й методи. У дослідженні використано аналіз літературних джерел, гербарних матеріалів, даних відкритих біорізноманітних платформ (GBIF, Червона книга України), а також результати власних польових спостережень. Для оцінки впливу кліматичних змін залучено дані кліматичних сервісів (WorldClim, Copernicus) та застосовано ГІС-технології для просторового аналізу змін ареалів реліктових голонасінних. Види класифіковано за ступенем уразливості до кліматичних змін відповідно до сучасних екологічних критеріїв.

Результати та обговорення. У сучасній екосистемі реліктові голонасінні виконують важливі функції: формують мікроклімат, беруть участь у регуляції водного балансу, служать осередками біорізноманіття, виступають кормовою базою та місцем проживання для численних видів тварин і мікроорганізмів. Їхня роль як біоіндикаторів екосистем є особливо важливою в контексті моніторингу змін довкілля.

З наукової точки зору, реліктові голонасінні становлять інтерес для філогенетичних, палеоботанічних та біогеографічних досліджень, оскільки дозволяють реконструювати історію флори, вивчати адаптаційні механізми та генетичну змінність стародавніх таксонів. Водночас збереження цих видів є важливим елементом стратегії сталого управління природними ресурсами та збереження генетичного фонду біосфери [1].

У контексті сучасних кліматичних змін ці види опиняються під загрозою вимирання, що зумовлено зсувами кліматичних поясів, підвищенням середньорічних температур, зменшенням рівня атмосферних опадів та зростанням частоти екстремальних погодних явищ, реліктові голонасінні потребують першочергової охорони, включаючи ін-сіту та екс-сіту заходи, науковий моніторинг та популяризацію знань серед населення щодо цінності цих унікальних рослин.

Серед них особливої уваги заслуговують такі види, як тис ягідний (*Taxus baccata*), сосна кедрова європейська (*Pinus cembra*), яловець високий (*Juniperus excelsa*), псевдотсуга Мензіса (*Pseudotsuga menziesii*, інтродукована) та інші [3]. Найбільш характерні представники реліктових голонасінних у флорі України наведені нижче:

Тис ягідний (*Taxus baccata* L.). Один з найбільш відомих реліктових видів, збережений з третинного періоду. Росте переважно у тіньових вологих лісах Карпат (особливо у складі букових лісів), рідше зустрічається на Поділлі. Має дуже повільний ріст, високу тіньовитривалість і довговічність – окремі екземпляри живуть понад 1000 років. Дводомна рослина з отруйними вегетативними органами (за винятком арілуса). Розмножується переважно насінням, рідше – вегетативно. Чутливий до посухи та механічного пошкодження кореневої системи. Занесений до Червоної книги України (категорія – вразливий), охороняється в Карпатському біосферному заповіднику, Національному природному парку «Сколівські Бескиди» та ряді заказників.

Сосна кедрова європейська (*Pinus cembra* L.) - представник бореального фітоценотичного комплексу. В Україні зустрічається виключно в Українських Карпатах на висотах понад 1400 м н.р.м. Росте в суворих умовах високогір’я, часто в асоціації з ялицею та смерекою. Вид зберігся як релікт льодовикового періоду. Дерево повільного росту, але високої морозостійкості. Має симбіотичний зв’язок із оріхівкою (Nucifraga caryocatactes), яка розповсюджує насіння. Погано витримує конкуренцію з боку швидкорослих лісових порід. Охороняється в Карпатському національному природному парку; занесений до Червоної книги України.

Яловець високий (*Juniperus excelsa* M.Bieb.) - реліктово-ендемічний вид Середземноморсько-Причорноморського регіону, зростає в Кримських горах на південних посушливих схилах, часто на вапнякових або сланцевих субстратах. Є типовим елементом ксерофітних рідколісь і скельно-степових угруповань. Добре переносить посуху та ультрафіолетове випромінювання. Формує багатовікові деревостани з низькою щільністю. Розмножується насінням,

дозрівання якого триває два роки.Охороняється в природному заповіднику «Кримський», занесений до Червоної книги України [4].

Модрина польська (*Larix decidua* Mill. subsp. polonica Racib.) – локальний релікт льодовикового періоду, ареал якого у межах України обмежується Волинським Поліссям. Утворює реліктові ділянки у складі заболочених лісів або на підвищеннях серед боліт. Світлолюбна, морозостійка порода. Характеризується коротким вегетаційним періодом. Часто зазнає гібридизації з інтродукованими видами модрин. Має статус регіонально рідкісного виду; потребує збереження генофонду [5].

До групи інтродукованих реліктів можна умовно віднести види, які є реліктами в своїх природних ареалах, але були інтродуковані в Україну задля озеленення, лісорозведення або досліджень. А саме: Псевдотсуга Мензіса (*Pseudotsuga menziesii*) – походить з Північної Америки, культивується у західній Україні та Метасеквойя китайська (*Metasequoia glyptostroboides*) – живий викопний вид, зрідка висаджується в ботанічних садах [3].

Хоча вони не є автохтонними елементами української флори, їх вивчення має наукове значення у контексті змін клімату й потенціалу акліматизації реліктових голонасінних.

Усі зазначені реліктові види голонасінних мають низький рівень адаптації до швидких кліматичних змін, вузьку екологічну амплітуду та повільну динаміку популяцій. Вони чутливі до підвищення температури, зменшення вологості та порушення гідрологічного режиму. Також більшість з них страждає від ізоляції популяцій та антропогенного пресу (вирубки, забудови, рекреації).

Реліктові голонасінні види мають виключне екологічне значення, оскільки відіграють ключову роль у формуванні та підтримці стабільності природних екосистем. Завдяки своїм морфофізіологічним особливостям, вони здатні адаптуватися до екстремальних умов середовища, що дозволило їм зберегтися ще з третинного періоду. У межах сучасної флори України ці види виконують важливі функції – кліматорегулюючу, ґрунтозахисну, гідрологічну, біоценотичну та естетичну.

Однією з основних екологічних функцій реліктових голонасінних є формування та стабілізація лісових екосистем. Наприклад, *Pinus cembra* та *Larix polonica* утворюють особливі високогірні ценози в Українських Карпатах, що регулюють водний режим, запобігають ерозії ґрунтів, підтримують біорізноманіття. Їхнє коріння сприяє закріпленню схилів, а крона пом’якшує вплив атмосферних опадів, забезпечуючи водно-газовий баланс ґрунтів [1].

Реліктові види також виконують роль біоіндикаторів стану середовища, оскільки дуже чутливі до змін гідротермічного режиму, забруднення повітря, ґрунтів і води. Їхня наявність або зникнення у певному біотопі є сигналом про екологічну деградацію або, навпаки, стабільність природного середовища.

З природоохоронної точки зору, реліктові голонасінні мають першочергове значення через свою високу вразливість до антропогенного тиску, зокрема вирубування, розорювання територій, фрагментації середовищ існування, впровадження чужорідних видів. Наприклад, Taxus baccata, через

повільний ріст та слабку насіннєву регенерацію, майже повністю зник із більшості територій лісостепової зони України.

Усі реліктові голонасінні, які трапляються на території України, занесені до Червоної книги України та мають статус рідкісних або зникаючих. Їхнє збереження передбачає реалізацію комплексу охоронних заходів, серед яких:

- ✓ організація природно-заповідних територій (національні парки, заказники, пам'ятки природи);
- ✓ культивування в ботанічних садах;
- ✓ створення спеціальних лісових культур;
- ✓ заборона незаконної заготівлі та збирання;
- ✓ дослідження генетичного фонду та програм штучного поновлення.

Особливу роль у збереженні реліктових голонасінних відіграють ботанічні сади, дендропарки та науково-дослідні установи, які проводять роботу зі збереження та репродукції цих видів у контрольованих умовах. Наприклад, *Taxus baccata* активно вирощується в ботанічному саду Національного університету імені Тараса Шевченка, а зразки *Pinus cembra* культивуються в Карпатському біосферному заповіднику [5].

Збереження реліктових голонасінних має також освітнє та культурне значення, адже ці види є символами природної спадщини, об'єктами екологічної освіти, біотуризму та національної ідентичності. Їхнє зникнення означатиме втрату унікальних форм життя, що пройшли довгий шлях еволюції та пристосування до навколишнього середовища.

У зв'язку з глобальними змінами клімату, важливим напрямом сучасної природоохоронної політики є адаптивне управління популяціями реліктових видів, зокрема моделювання майбутніх змін ареалів, генетичний моніторинг, впровадження елементів екосистемного менеджменту в лісовому господарстві та інтеграція з природоохоронною стратегією Європейського Союзу.

Реліктові голонасінні є унікальними компонентами флори України, що збереглися з давніх геологічних епох і становлять цінну частину національної природної спадщини. Їхня присутність на території України свідчить про складні історико-географічні та кліматичні процеси, які відбувалися в регіоні протягом третинного і четвертинного періодів. Ці види є біологічними пам'ятками минулого, зберігаючи генетичну, морфологічну й екологічну спадщину доісторичних флористичних комплексів.

У межах сучасних екосистем реліктові голонасінні виконують низку ключових функцій: стабілізацію ґрунтів і схилів, регуляцію гідрологічного режиму, збереження мікроклімату, підтримку біорізноманіття та забезпечення екологічної рівноваги в межах природних угруповань. Вони також відіграють роль біоіндикаторів екологічного стану територій, реагуючи на зміни клімату, антропогенний тиск і деградацію середовища [3].

Успішне збереження реліктових голонасінних в Україні можливе лише за умови поєднання зусиль наукової спільноти, природоохоронних організацій, органів державної влади, місцевих громад та освітніх інституцій. Підвищення обізнаності громадськості про цінність реліктової флори, а також інтеграція

охоронних заходів у національні й міжнародні програми зі збереження біорізноманіття є ключовими передумовами збереження цих унікальних таксонів для майбутніх поколінь.

Висновки. Реліктові види голонасінних у флорі України залишаються важливою частиною біорізноманіття, однак сучасні кліматичні зміни становлять для них серйозну загрозу. Основні негативні прояви включають скорочення природних ареалів, зменшення чисельності популяцій і порушення умов існування. Особливо вразливими є види з вузькою екологічною спеціалізацією та ізольованим поширенням.

Збереження цих видів потребує системного моніторингу, науково обґрунтованих природоохоронних стратегій і врахування кліматичних чинників у плануванні заходів з охорони природи є стратегічно важливим завданням для забезпечення сталого розвитку природного середовища України.

Література

1. Заячук В. Я. Дендрологія. Голонасінні: навч. посіб. Львів: Фірма «Камула», 2005. 176 с.
2. Палеохорологічні дослідження рідкісних та реліктових видів рослин в Україні: сучасний стан та перспективи. URL: https://ekmair.ukma.edu.ua/handle/123456789/2311 (дата звернення: 12.04.2025).
3. Познякова С. І. Дендрологія. Голонасінні: навч. посібник. / Харків. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. Харків, 2015. 199 с.
4. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
5. Шиндер О.І., Глухова С.А. Спонтанна флора голонасінних Правобережної України: аборигенні та адвентивні таксони. *Пріоритетні напрямки дослідження голонасінних у сучасних умовах:* матеріали першої міжнар. наук. конф., присвяч. пам'яті д.б.н., с.н.с. С.І. Галкіна на честь 70-річчя від дня народ. (Біла Церква, 21-22 жовтня 2020 р.). Біла Церква, 2020. С. 142-146.

ЗНАЧЕННЯ ПОЗАКОРЕНЕВИХ ПІДЖИВЛЕНЬ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ

Білецький О., аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії
Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна

Фінансова світова криза у світі призвела до загострення економічної та енергетичної складової і в першу чергу в аграрному секторі. Тому вирішення цього питання вимагає пошуку альтернативи підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Реалізація генетичного потенціалу рослин за рахунок використання біопрепаратів, стимуляторів та регуляторів росту мікродобрив може позитивно вплинути на підвищення урожайності культур. Вплив мікробіологічних препаратів на рослину з позитивної сторони проявляється в інтенсифікації фізіологічних процесів у рослин, підвищеній стійкості їх до несприятливих умов довкілля і підвищення чутливості до інокуляції ризобіями [1].

Позакореневі підживлення є одним із аспектів при вирощуванні бобових культур, адже цей захід дозволяє підвищити урожайність, мінімізувати ризики та оптимізувати витрати на вирощування.

Квасоля у світовому землеробстві серед зернобобових культур посідає друге місце після сої й користується великим попитом, її площі вирощування становлять понад 20 млн га. Україна теж є учасником світового ринку квасолі, західний Лісостеп України вже традиційно є регіоном вирощування квасолі, зі стабільно високими показниками урожайності. Найбільші площі посіву квасолі звичайної зосереджено у його південні частині, проте основна частка квасолі вирощується в приватному секторі на незначних площах, що не задовольняє потреби в її продукції. Тому розширення посівних площ квасолі, поряд з вдосконалення існуючих технологій та розробкою інтенсивних перспективних технологій вирощування з використанням мікроелементів (оскільки винос їх культурою і її потреба в них висока) є актуальним. Квасолі звичайній для формування 1 ц зерна та побічної продукції соломи, їй необхідно на рівні 3,5-5,5 азоту, біля 1,2-1,7 фосфору, 2,5-3,5 калію, 1,7-3,0 кальцію та 0,5-1,3 магнію та багатьох інших мікроелементів. Оптимальною реакцією ґрунтового розчину для квасолі є значення pH 6,5-7,5. Рослини квасолі гарно відзиваються на внесення добрив, у тому числі позакореневі підживлення. Оскільки основна маса кореневої системи квасолі розміщується у верхньому шарі ґрунту, який забезпечений азотом завдяки життєдіяльності бульбочкових бактерій, то внесення азотних добрив проводять тільки у стартових і підтримуючих дозах, а інші елементи живлення потрібно вносити додатково коренево чи у вигляді позакореневих підживлень.

Загально відомо, щоб рослини гарно росли і зміцнювалися протягом вегетаційного періоду, їм потрібно забезпечувати удобрення протягом всієї вегетації. Здебільшого основними добривами вважаються азот, фосфор і калій, саме без них неможливі будівельні та енергетичні процеси в рослинах. Проте на

сьогодні широко втілена технологія використання позакореневих підживлень, так як виявилося значна кількість хімічних елементів, які присутні у всіх живих організмах в малих частках, проте без них неможливий ріст і повноцінний розвиток рослин. Їх називають мікроелементами, це можуть бути як металами - залізо, мідь, цинк, молібден, марганець, і неметалами – бор, так і галогенами - йод [2].

За дослідженнями науковців відомо, що грунт на 98-99% складається всього з восьми хімічних елементів, до яких відносять кремній, алюміній, кальцій, калій, натрій, залізо, магній і кисень. Частка інших речовин становить менше ніж 2%, включаючи нерозчинні і важкорозчинні форми. Тому частину мікроелементів ми змушені вносити у вигляді добрив. Ось, власне, добрива з мікроелементами і називаються мікродобривами [3].

За твердженням співробітників НААНУ, на формування 1 т насіння квасоля засвоює із ґрунту 50-60 кг азоту, 15-20 кг фосфору та 45 кг калію. Тому під час сівби культури доцільно вносити 10 кг/га азоту, 15-20 кг/га фосфору та 20-30 кг/га калію. Науковці – аграрії також рекомендують застосовувати передпосівну інокуляцію насіння. При цьому рідкі інокулянти можна застосовувати як для обробки насіння, так і внесення в насіннєве ложе, а от торф'яні лише на насіння. У випадку, якщо інокулянти не застосовуються, то, як зазначають експерти, під час вегетації посіви квасолі підживляють позакоренево азотними добривами в дозі 30-45 кг/га в д.р.

Ефективним агрозаходом є застосування передпосівної обробки або ж позакореневого підживлення по вегетації добривами, що містять такі елементи як сірка, кальцій та мікроелементи (молібден, марганець, мідь, цинк)[4]. А науковці Інституту овочівництва і баштанництва провели дослідження та встановили, що використання диференційованого внесення добрив (локально $N_{30}P_{30}K_{30}$ і підживлення Нутрівант плюс олійний) забезпечує збільшення врожайності зерна квасолі на 1,43 т/га, або на 43,3% [5].

Техніка застосування добрива, яка передбачає внесення поживних речовин безпосередньо в листя рослин відома нам, як позакореневе підживлення. Ця методика застосування в останні роки стала популярною завдяки своїй ефективності в забезпеченні культур основними поживними речовинами. Проте успіх застосування позакореневого підживлення за твердженням науковців залежить від типу застосовуваного добрива.

Гарним прикладом тому, буде використання комплексного добрива у якості позакореневого підживлення. Таке застосування створить сприятливий загальний фон та збалансований вміст поживних речовин, значно поліпшивши урожайність та матиме в подальшому позитивний вплив на формування якісних показників. І ще одним позитивним моментом у застосуванні позакореневого підживлення є мінімалізація його негативного впливу на довкілля.

Мінеральні добрива - це комбінація двох і більше поживних речовин в одній гранулі. Вони призначені для забезпечення збалансованого та повного профілю поживних речовин для культур, що є важливим для їх росту та розвитку. На відміну від традиційних добрив, які забезпечують лише одну або

дві поживні речовини, комплексні препарати пропонують широкий спектр поживних речовин, необхідних для росту рослин. Це робить їх ідеальним варіантом для позакореневого підживлення, оскільки вони можуть забезпечити потреби рослинної культури в поживних за одне застосування [6].

В умовах сьогодення, позакореневі (листкові) підживлення є незамінною складовою сучасних технологічних схем вирощування квасолі. крім того є обов'язковою умовою отримання сталих та високих врожаїв, які близькі до біологічного потенціалу рослин. Але позакореневе підживлення не замінить застосування добрив у основне удобрення.

Позакореневі підживлення рекомендують проводити на добре окультурених ґрунтах та при умові внесення високих норм внесення добрив, де визначним чинником підвищення продуктивності культур може бути один з макро- чи мікроелементів. Практично всі рослини засвоюють основну кількість поживних елементів через потужну кореневу систему. Запорука Забезпечення рослин у повній мірі необхідними елементами живлення на початку вегетації у майбутньому сприятиме їх високопродуктивному та швидкому розвитку.

Як зазначають провідні аграрії та науковці, позакореневе підживлення проводять у випадку, як доповнення до основного удобрення, за умови посухи, низьких температур, високий і низький рівні pH розчинів ґрунтового середовища або перезволоження ґрунту. Також кореневі підживлення застосовують у випадку порушення кореневої системи, або ж поганого контакту її із ґрунтом. Коли рослинам потрібно подолати стрес або вони відчувають гостру потребу в елементах живлення, також застосовують позакореневі підживлення.

Застосовуючи позакореневі підживлення, Baier & Baloch дійшли висновку, що обприскування мікроелементами, як окремими елементами, так і їх сумішшю значно збільшує поглинання поживних речовин, таким чином за умови використання позакореневого підживлення збільшується поглинальна здатність кореневою системою рослин [6]. Аналогічні дані підтверджено науковцями [8].

Шляхом позакореневого внесення на посівах квасолі вносять найчастіше п'ять основних мікроелементів: молібден (Mo), бор (B), залізо (Fe), марганець (Mn), цинк (Zn). У фазу початку цвітіння рекомендовано вносити позакоренево аміачну селітру з розрахунку 10 кг/га, розчинених в 400-500 літрах води.

Проведення позакореневого підживлення Кристалоном посівів квасолі сорту Надія забезпечило подовження вегетаційного періоду на одну добу, а спільне використання мінеральних добрив в дозі N30P60K60 з Ризогуміном чи Кристалоном забезпечило найдовший вегетаційний період сорту квасолі Надія, що тривав 83 доби, або це було на 4 доби більше порівняно із контрольним варіантом. Застосування мінеральних добрив в дозі N30P60K60 подовжувало тривалість вегетації у сорту квасолі Буковинка на дві доби, а обробка насіння Ризобофітом – на одну добу. Сумісне застосування мінеральних добрив в дозі N30P60K60 з Ризобофітом та Кристалоном формувало найдовший вегетаційний період сорту квасолі Буковинка з тривалістю 84 доби і це був максимальний показник в досліді [9].

Показники обсягів засвоєння поживних елементів через листки невисокі, проте швидкість і процент їх засвоєння значно вищі, порівняно ніж із добрив, які вносяться безпосередньо в ґрунт. Калій, азот, та цинк проникають найшвидше у рослину, трохи повільніше, але також досить швидко потрапляють бор, сірка, фосфор, кальцій, манган, а магній із наведеного переліку потрапляє в рослину останнім.

Використання в якості хелатних сполук мікроелементів, набагато доцільніше, ніж використання мінеральних солей. Головною функцією хелатів є збереження мікроелементів у доступних для рослин сполуках. При застосуванні хелатних добри в додають прилипачі, вони не шкідливі, мають швидкий період розпаду й не завдають шкоди рослині, вони сприяють пролонгованому надходженню елементів живлення у клітини, що поліпшує процес обміну речовин [10].

Позакореневе підживлення характеризується рядом переваг над кореневим. Позакореневими підживленнями, на відміну від ґрунтових, можна миттєво ліквідувати проблему та забезпечити вже готові амінокислоти, полісахариди, вітаміни, що позбавить рослину від необхідності витрачати енергію на їх утворення внаслідок розщеплення складних сполук. Позакореневе підживлення можна проводити в різні періоди росту і розвитку рослин. У періоди з незначною кількістю опадів доцільність кореневих підживлень низька, оскільки добрива вносяться в сухий ґрунт.

Застосовуючи позакореневі підживлення можна легко досягти рівномірного розподілу добив.

Література

1. Поташова Л. М., Поташов Ю. М. Роль інокуляції та біостимуляції в підвищенні продуктивності квасолі. *Вісник ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. 2012. № 2. С. 100-105. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhnau_roslyn_2012_2_18 (дата звернення 23.05.2025)

2. Мазур В. А., Шкатула Ю. М., Гайдай Л. С., Забарна Т. А. Особливості формування продуктивності та функціонування бобово-ризобіального симбіозу квасолі звичайної в умовах Правобережного Лісостепу України : монографія. ВНАУ. Вінниця. 2023. 243 с.

3. Цицюра Я.Г., Поліщук М.І., Броннікова Л.Ф. «Ґрунтознавство з оновами геології. Частина ІІ. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів». Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Друк плюс». 2020. 676 с.

4. Науковці надали поради щодо технології вирощування квасолі. Суперагроном. 2022. URL : https://superagronom.com/news/15387-naukovtsi-nadali-poradi-schodo-tehnologiyi-viroschuvannya-kvasoli (дата звернення 25.05.2025)

5. Вчені розробили ефективний спосіб підживлення квасолі. Agrotimes. 2020. URL : https://agrotimes.ua/ovochi-sad/vcheni-rozrobyly-efektyvnyj-sposib-pidzhyvlennya-kvasoli/ (дата звернення 25.05.2025)

6. Добриво для позакореневого підживлення. 2025. URL : https://harvest-center.com.ua/kompleksni-mineralni-dobriva/dobryvo-dlia-pozakorenevoho-pidzhyvlennia/ (дата звернення 22.05.2025)

7. Baloch, Q.B., Chachar, Q.I., Tareen, M.N. (2008) Effect of foliar application of macro and micro nutrients on production of green chilies (Capsicum annuum L.). *J. Agric. Tech*. 4(2), 177-184.

8. Yassen, A.A., Abdallah, E.F., Gaballah, M.S., Zaghlool, Sahar M. (2018) Allevation of salt stress on roselle plant using nano fertilizer and organic manure. *Bioscience Research*, 15(3), 1739-1748.

9. Чинчик О. С. Вплив сортових особливостей та застосування мікродобрив на формування густоти посівів сої. *Селекція, насінництво, технологія вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи*: зб. наук. пр. Міжнар. наук.-практ. конф. присв. 90-річчю від дня народження видатного вченого селекціонера О.С. Алексеєвої, 25-26 квіт. 2016 р. ПДАТУ. Кам'янець-Подільський, 2016. С. 336-339.

10. Abou El-Nour, E.A.A., El-Fouly, M.M., Salama, Z.A. (2017) Chelated Fe and Zn foliar spray improve the tolerance of kidney bean (var. Nebraska) plants in salinized media. *Bioscience Research*, 14(3), 525-531.

Секція 3. Охорона здоров'я тварин

Section 3. Animal health protection

IMPACT OF A LANDFILL IN SŁUPSK (NORTHERN POLAND) ON THE DISTRIBUTION OF BREEDING PAIRS OF THE COMMON RAVEN *CORVUS CORAX*

Tomasz Hetmański[1], Agnieszka Świącka[2]
[1]Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland
[2] Institute of Geography, Pomeranian University in Słupsk, Słupsk, Poland

In recent times, there has been an increase in the amounts of municipal waste produced in Poland. The increase is associated with the growing consumption, changes in shopping habits, and increased wealth, which is reflected in the greater consumption of goods and services. In 2018, 12.5 million tons of municipal wastes were collected in Poland, which indicates a 4.3% increase, compared to 2017. In that year, 10.4 million tons of wastes were collected from households, which constituted 83.7% of all the municipal waste generated [Central Statistical Office 2019]. Approximately 50% of the municipal waste mass in Poland is kitchen waste from preparation of meals and food leftovers [Rosik-Dulewska, 2015]. In 2023, 13.4 million tons of municipal wastes were generated in Poland, i.e. the amount increased by almost one million tons, compared to 2018. On average, 356.7 kg of municipal waste was generated per capita. Such a huge amount of waste is a rich source of food for many species of birds and other animals. Landfills in Poland are dominated by bird species, primarily from the family of Corvidae and the subfamily Larinae [Meissner and Betleja, 2007; Ramos et al., 2009; Frączek et al., 2010; Jadczyk, 2015; Seif et al., 2018]. An increase in the number of white storks *Ciconia ciconia* feeding in landfills has been observed in recent years [Kruszyk and Ciach, 2010]. The species and quantitative composition of birds in landfills in Poland depends mainly on the location of the landfill which carnivorous birds explore in search of insects and rodents attracted to these sites.

Garbage containing food waste is an important source of food for many animal species. The adverse consequences of birds living in landfills include food poisoning, body injuries and traumas, bacterial infections, transmission of pathogens and diseases, changes in diet that can reduce reproductive performance, and changes in migration patterns. The vast impact of landfills on birds has not yet been fully explored.

We studied the impact of the landfill in the city of Słupsk on the distribution of nests of the raven *Corvus corax*. The landfill is located in the administrative area of Słupsk, approximately 5 km away from urban built-up areas (54.48752839725094, 16.936412610965846). It collects municipal wastes from Słupsk (89,000 inhabitants) and neighboring towns. Municipal wastes are partially segregated, but their greatest part is stored within a several-hectare open area. The aim of the study was to determine the number, density, and distribution of raven nests in an area of 100 km^2 including the landfill. We counted raven nests during walking inspections in the entire area in 2024 and 2025.

The results of the observations indicated the presence of nests of 29 raven pairs in the 100-km^2 area. The vast majority of the nests (n = 27, 93.1%) were located at the edge of a pine forest, on average 50 meters away from an open area. All these nests

were found on the tops of pines *Pinus sylvestris*. One nest was located on a power pole, and one nest was built on a black poplar *Populus nigra*.

Fig. 1. Distribution of raven nests in the vicinity of Słupsk in 2024-2025.

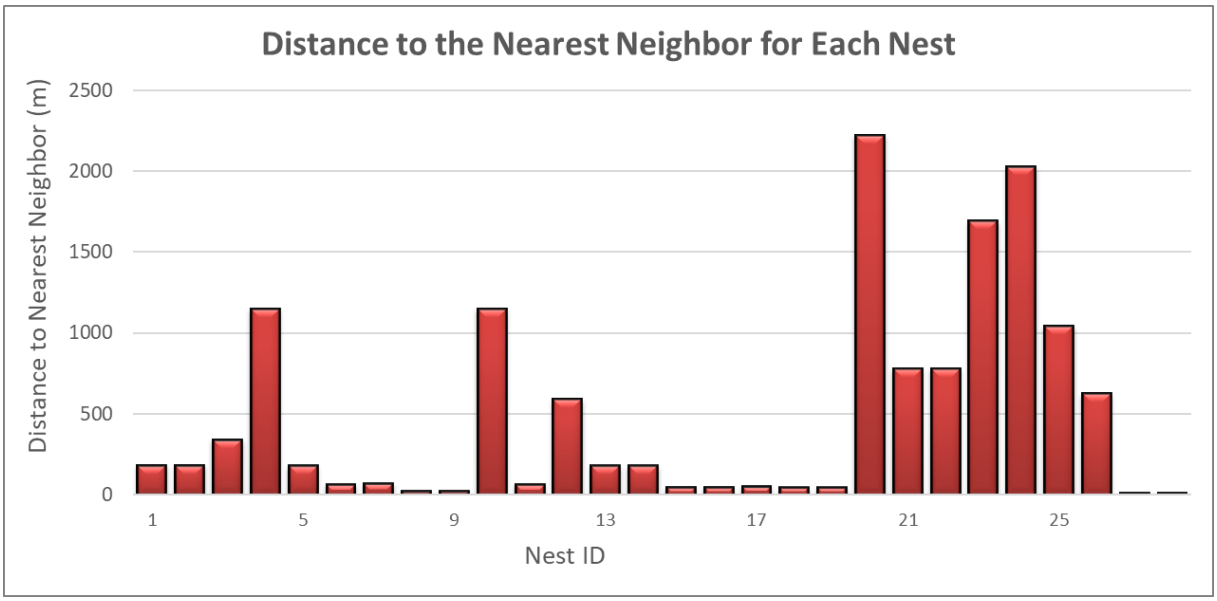

Fig. 2. Distance between neighboring nests.

The highest density of the raven nests was recorded in the forest directly surrounding the landfill (Fig. 1). As many as 17 (58.6%) out of the 29 nests were located in the direct vicinity of the landfill. The distance between the nearest nests was less than 100 meters. The other 12 nests were located at a considerable distance from the landfill, with the distance to the nearest nest of 1.4 km.

References

1. Jadczyk, P. (2015). Liczebność gawronów (*Corvus frugilegus*) i kawek (*C. monedula*) zimą w latach 2007–2009 na składowiskach odpadów komunalnych na Śląsku Opolskim. *Ornis Polonica*, 56, 275–286.

2. Kruszyk, R., & Ciach, M. (2010). White Storks (*Ciconia ciconia*) forage on rubbish dumps in Poland – a novel behavior in population. *European Journal of Wildlife Research*, 56, 83–87. https://doi.org/10.1007/s10344-009-0294-4

3. Meissner, W., & Betleja, J. (2007). Skład gatunkowy, liczebność i struktura wiekowa mew (Laridae) zimujących na składowiskach odpadów komunalnych w Polsce. *Ornis Polonica*, 48, 11–27.

4. Olszewski, A., Matusiak, J., & Różycki, A. (2018). The population size and density of common raven (*Corvus corax*) in Kampinos National Park. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą*, 74(6), 436–443.

5. Ramos, R., Ramírez, F., Sanpera, C., Jover, L., & Ruiz, X. (2009). Diet of Yellow-legged Gull (*Larus michahellis*) chicks along the Spanish Western Mediterranean coast: The relevance of refuse dumps. *Journal of Ornithology*, 150, 265–272. https://doi.org/10.1007/s10336-008-0349-8

6. Rosik-Dulewska, C. (2019). *Podstawy gospodarki odpadami*. Wydawnictwo Naukowe PWN.

7. Rösner, S., Selva, N., Müller, T., Pugacewicz, E., & Laudet, F. (2005). Raven (*Corvus corax*) ecology in primeval temperate forest. In: Jerzak, L., Kavanagh, B. P., & Tryjanowski, P. (Eds.), Biology and Conservation of the European Corvids, (pp. 385-405). Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.

8. Seif, S., Provencher, J. F., Avery-Gomm, S., Daoust, P. Y., Mallory, M. L., & Smith, P. A. (2018). Plastic and non-plastic debris ingestion in three gull species feeding in an urban landfill environment. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 74(3), 349–360. https://doi.org/10.1007/s00244-017-0492-5

9. Woźniak, M., Gawrysiak, K., & Woźniak, B. (2018). Numbers and breeding place characteristics of common raven (*Corvus corax*) in Sobibór Forest. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej w Rogowie*, 56(2), 74–84.

ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF *CAMPYLOBACTER* SPP. FROM POULTRY: FROM PHENOTYPE TO GENOME

Shchur N. [1,2], PhD student
Shalimova L. [2], junior researcher
Shevchenko M. [3], PhD in Veterinary Medicine
Kovalenko G. [4], PhD in Veterinary Medicine
Nedosekov V. [1], Doctor of veterinary sciences, Professor
[1]National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]State Scientific Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine
[3]Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine
[4]Department of Biological Sciences, University of Alaska Anchorage, Anchorage, Alaska, USA

Introduction. *Campylobacter* is a zoonotic pathogen that is a leading cause of foodborne infections. In the European Union, about 150,000 confirmed cases of human campylobacteriosis are reported annually - surpassing those attributed to *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* [1]. Poultry, particularly broiler chickens, are widely recognised as the principal reservoir of campylobacteriosis, so there are serious concerns about the microbiological safety of poultry products that are in demand by consumers [2, 3]. FAO and WHO experts on microbiological risk assessment (JEMRA) have proposed a comprehensive approach to reduce contamination of chicken during processing: biosecurity measures in primary production and good hygiene practices (GHP). However, the rise of antimicrobial resistance (AMR) is increasing public health risks [4]. In the US and EU, thermophilic *Campylobacter* spp. are monitored and antimicrobial resistance is controlled. The US national strategy is focused on whole-genome sequencing (WGS) technology, which helps to accurately predict antimicrobial resistance phenotypes and acts as an alternative to traditional methods of testing cultures based on assessing bacterial growth after exposure to antibiotics [5].

The aim of this study was to identify antimicrobial resistance phenotypes and to assess the correlation between phenotypes and genotypes AMR characteristics in *Campylobacter* isolates from poultry in Ukraine.

Materials and methods. Two isolates (*Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli*) were obtained from poultry sources. Isolation was performed according to ISO 10272-1:2017 by direct inoculation on mCCD agar and incubation at 41.5°C for 24 hours under microaerobic conditions. They were identified by MALDI-TOF MS. The phenotypic resistance profile of the isolates was determined using the disc diffusion method (DDM) on Mueller-Hinton agar with 5% lysed horse blood, compared to the reference strain *C. jejuni* ATCC 33291. Fter incubation for 24 hours at 41.5°C, the diameters of the inhibition zones were measured. The genotypic determinants of resistance were identified by WGS, and the library was prepared using barcodes BC03 - BC05 for *C. jejuni* and BC01 - BC02 for *C. coli* as described previously [6].

Results and discussion. Antimicrobial susceptibility testing revealed that *Campylobacter coli* exhibited resistant to 70% (7/10) of the tested β-lactam antibiotics, while *Campylobacter jejuni* was resistant to only 20% (2/10) of the β-lactams and was not resistant to ampicillin. Interestingly, the *blaOXA-184* gene was detected by WGS in a phenotypically sensitive strain. Several authors have reported ampicillin-sensitive strains of *Campylobacter jejuni* producing β-lactamase [7].

Both isolates were sensitive to fluoroquinolone antibiotics: nalidixic acid and enrofloxacin. Moreover, *Campylobacter coli* showed sensitivity to the other antibiotics tested (ofloxacin, norfloxacin, ciprofloxacin), while *Campylobacter jejuni* was resistant. The chromosomal point mutation *T86I* in the *gyrA* gene, responsible for ciprofloxacin resistance, was detected in an isolate with phenotypic resistance. Thus, the correlation between resistance phenotypes and genotypes was 100%.

When analysing the results of phenotypic AMR to antimicrobial drugs of other groups, we mainly observe sensitivity. For example, having the *gidB* aminoglycoside resistance gene, both isolates were not resistant to streptomycin (S = 35±1; S = 30±1) and gentamicin (S = 30±1; S = 36±1). *Campylobacter coli* was resistant to 25% (4/16) of antibiotics, and 75% (12/16) were sensitive to the remaining antibiotics. *Campylobacter jejuni* was resistant to 12% (2/16) of antibiotics (vancomycin and rifampicin), and 88% (14/16) were sensitive.

The susceptibility of the isolates to antimicrobial agents was investigated in accordance with the standards set by the European Committee for the Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) (Table).

Table. Resistance of *Campylobacter* spp. isolates to antibiotics recommended by EUCAST.

Name of the antibiotic		Interpretation according to EUCAST	Diameters of growth retardation zones, mm.	
			C. coli	*C. jejuni*
Macrolides	erythromycin / 15 µg (E) *C. jejuni*	20≥ S; 20 < R	–	40±1
	erythromycin / 15 µg (E) *C. coli*	24≥ S; 24 < R	34±1	–
Tetracyclines	tetracycline / 30 µg (TE)	30≥ S; 30 < R	36±1	29±1
Fluoroquinolones	ciprofloxacin / 5 µg (CIP)	50≥ S; 26 < R	34±1	14±1

Notes: S - sensitive; R - resistant. EUCAST version 14.0, 2024-01-01

These tables demonstrate the susceptibility of *Campylobacter coli* and resistance of *Campylobacter jejuni* to the tested antibiotics. The AMR phenotype of *Campylobacter jejuni* - TE/CIP - was confirmed.

WGS revealed AMR determinants in both isolates: the *blaOXA-61* and *blaOXA-184* genes conferring resistance to β-lactams; the *CmeABC* efflux pump, which

contributes to resistance to fluoroquinolones, macrolides and tetracyclines; the *MacB* gene, which binds ATP for macrolide export; and the genetic determinants for tetracycline, the *YkkCD* gene. Additionally, the presence of the *PgsA* gene, which modifies cell wall charge and confers resistance to antimicrobial agents, was detected (8, 9).

Conclusions. The study demonstrated a strong correlation between genotypic and phenotypic resistance of *Campylobacter* spp. that confirms the feasibility of using WGS in AMR monitoring. The detection of the β-lactamase gene in a phenotypically sensitive isolate indicates the difficulty of interpreting genetic data without phenotypic confirmation.

Campylobacter coli had a higher level of resistance to β-lactams than *Campylobacter jejuni*, indicating species-specific differences in AMR mechanisms. Despite the presence of aminoglycoside resistance genes, phenotypic susceptibility persisted, highlighting the importance of an integrated approach.

The identification of molecular markers such as *blaOXA, cmeABC, MacB, YkkCD, PgsA* reflects the complex architecture of antimicrobial resistance. These findings support the incorporation of molecular diagnostics into national control programmes and reinforce the imperative to reduce antibiotic use in veterinary medicine to preserve antimicrobial efficacy.

References

1. European Food Safety Authority (EFSA), & European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). The European Union One Health 2023 Zoonoses report. *EFSA Journal*. 2024. Vol. 22. Iss. 12. e9106. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.9106

2. Shchur N., Chechet O., Mazur T., Martyniuk O., Gorbatiuk O., Buchkovska H., Musiets I., Ordynska D., Finkova O., Moskalenko L., Ponomaryova-Gerasimyuk T., Lusta M., Nedosekov V. Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* isolated from animals and poultry in Ukraine. *Advances in Animal and Veterinary Sciences.* 2023. Vol. 11 (5). P. 852–863. http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2023/11.5.852.863

3. Shchur N., Mazur T., Katsaraba O., Halka I., Shalimova L., Moskalenko L., Ponomariova-Herasymiuk T., Lusta M., Nedosekov V. Improving theefficiency of *Campylobacter* spp. isolation from livestock and poultry in Ukraine. *Advances in Animal and Veterinary Sciences.* 2024. Vol. 12 (10). P. 1862–1874. https://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.10.1862.1874

4. Shchur N. V., Stepanskyi D. O., Shuliak S. V., Balanchuk L. V., Skliar V. V., Moskalenko L. M., Ponomarova-Herasymiuk T. M., Lusta M. V., Nedosekov V. V. Phenotypic patterns antimicrobial resistance in *Campylobacter* spp. in Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15 (3). P. 635–641. https://doi.org/10.15421/022491

5. Zhao S., Tyson G. H., Chen Y., Li C., Mukherjee S., Young S., Lam C, Folster JP, Whichard JM, McDermott P. F. Whole-genome sequencing analysis accurately predicts antimicrobial resistance phenotypes in Campylobacter

spp. *Applied and environmental microbiology*. 2016. Vol. 82 (2). P. 459-466. https://doi.org/10.1128/AEM.02873-15

6. Halka I., Shchur N., Bortz E., Mandyhra S., Nedosekov V., Katsaraba O., Goodfellow I., Drown D. M., Kovalenko G. O. Genome Sequences of Antimicrobial-Resistant *Campylobacter coli* and *Campylobacter jejuni*, Isolated from Poultry in Ukraine. *Microbiology Resource Announcements.* 2024. Vol. 13. Iss. 12. e00795-24. https://doi.org/10.1128/mra.00795-24

7. Proietti P. C., Guelfi G., Bellucci S., De Luca S., Di Gregorio S., Pieramati C., Franciosini M. P. Beta-lactam resistance in Campylobacter coli and Campylobacter jejuni chicken isolates and the association between blaOXA-61 gene expression and the action of β-lactamase inhibitors. *Veterinary microbiology*. 2020. Vol. 241. 108553. DOI: 10.1016/j.vetmic.2019.108553

8. Shen Z., Wang Y., Zhang Q., Shen J. Antimicrobial resistance in Campylobacter spp. *Microbiology spectrum*. 2018. Vol. 6. Iss. 2. 10-1128. https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0013-2017

9. Bukari Z., Emmanuel T., Woodward J., Ferguson R., Ezughara M., Darga N., Lopes, B. S. The Global Challenge of Campylobacter: Antimicrobial Resistance and Emerging Intervention Strategies. *Tropical Medicine and Infectious Disease*. 2025. Vol. 10 (1). P. 25. https://doi.org/10.3390/tropicalmed10010025

FATTENING AND MEAT QUALITIES OF ASKANIAN FINE-FLEECED SHEEP

Zaruba K.V., candidate of Agricultural Sciences
Antonik I.I., candidate of Agricultural Sciences
Institute of Climate Smart Agriculture of the National Academy
of Agrarian Sciences of Ukraine, Odesa, Ukraine

Introduction. Meat sheep farming plays a key role in providing the population with a high-quality and affordable source of protein. The global demand for lamb is steadily increasing due to its nutritional value, balanced amino acid composition, and relatively low-fat content. At the same time, modern animal husbandry faces challenges related to the need to increase productivity, preserve genetic diversity, and adapt to climate change. Selection remains one of the most effective tools for achieving sustainable development in the sector.

Through the application of advanced selective and genetic methods, it is possible to significantly improve the meat productivity of sheep while maintaining or enhancing their adaptive traits. The use of molecular markers, genomic selection, and the integration of digital technologies accelerates the identification and breeding of highly productive genotypes. It is particularly important to consider the adaptive potential of animals in the context of climate change and increasing environmental

pressures. In Ukraine, where sheep breeding has traditionally been well developed, the implementation of innovative approaches in selection can significantly increase the global competitiveness of the meat-oriented sector [1, 2, 3, 4].

Thus, the study of selective and genetic approaches to improving meat productivity is a crucial and timely task with practical importance for the advancement of livestock farming under modern challenges.

Materials and Methods. The study was conducted at the pedigree farm of the State Enterprise Experimental Farm “Askania-Nova”, where Tavriyan-type sheep of the Askanian fine-fleeced breed were kept. Data were collected on the live weight of young animals at different ages, average daily gain, slaughter characteristics, and morphometric parameters of the carcass. Control slaughter of ram lambs was carried out at 6.5 months of age according to the methodology for evaluating meat productivity in sheep. The morphological composition of the carcasses was determined based on the deboning results of the right half-carcasses after 24 hours of chilling. The yields of muscle tissue, bones, and fat were recorded. The animals were kept under conditions typical for specialized pedigree farms.

Research results. The level of meat productivity in young rams of the Tavriyan type of the Askanian fine-fleeced breed was investigated. After weaning at two months of age, the lambs, with an average live weight of 17.8 kg, were placed on a rearing and subsequent fattening regime (Table 1). The average daily gain reached 215 g up to the age of four months and remained at approximately 200 g thereafter. Over the entire period (from 2 to 6.5 months of age), the average absolute gain was 28.8 kg, and the average daily gain amounted to 213 g. The average live weight of the rams after the fattening period was 46.6 kg.

Table 1. Fattening Performance of Young Askanian Fine-Fleeced Sheep

Indicators		$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Live weight at birth, kg		4,56
At 2.0 months of age (60 days):	Live weight at birth, kg	17,86
	Absolute gain, kg	13,30
	Average daily gain, g	221,7
At 4.0 months of age (60 days):	Live weight at birth, kg	30,8
	Absolute gain, kg	12,94
	Average daily gain, g	215,7
At 5.0 months + 1 week (36 days):	Live weight at birth, kg	39,1
	Absolute gain, kg	8,3
	Average daily gain, g	230,6
At 6.5 months of age (39 days):	Live weight at birth, kg	46,6
	Absolute gain, kg	7,5
	Average daily gain, g	192,3
Total for the entire period (2.0–6.5 months):	Live weight at birth, kg	46,6
	Absolute gain, kg	28,74
	Average daily gain, g	212,9

The results of the study indicate dynamic development of live weight in sheep from birth to 6.5 months of age, with a gradual increase in body mass. This supports the feasibility of further integration of such traits into breeding programs.

To assess the meat productivity of young Askanian fine-fleeced sheep, key parameters characterizing both the quality and quantity of meat were studied, considering body growth and varying growth rates. The data obtained demonstrate an optimal growth rate in lambs, indicating a significant potential for meat production.

To determine the quantitative indicators of meat to be 21.2 kg, with a dressing percentage reaching 48.5%. These results confirm the high meat production potential of Askanian fine-fleeced sheep (Tables 2).

Table 2. Meat Productivity of Young Askanian Fine-Fleeced Sheep

Indicators	$\overline{X} \pm S\overline{x}$
Live weight after fasting, kg	43,67±1,20
Weight of hot carcass, kg	20,21±0,38
Total internal fat, kg	1,01±0,07
Perirenal fat, kg	0,37±0,03
Intestinal fat, kg	0,48±0,03
Stomach fat, kg	0,53±0,05
Slaughter weight, kg	21,22±0,55
Dressing percentage, %	48,59±0,71
Maca Chilled carcass weight, kg	19,70±0,38

The research data on the meat productivity of young Askanian f ine-wool sheep indicate satisfactory indicators that reflect the high potential of these animals for t he production of high-quality meat.

Overall, the results characterize the young stock of the Askanian fine-wool breed as a promising candidate for meat production, with a high dressing percentage and an optimal ratio of muscle to fat tissue. This confirms the effectiveness of the applied breeding and technological measures aimed at increasing productivity.

To study the quality of meat productivity in more detail, a morphological analysis of the carcasses of the young Askanian fine-wool sheep was conducted. This analysis included the determination of the ratio of the main tissues – muscle, bone, and tendon (Table 3). These indicators allow for the evaluation of carcass structure and assessment of its meatiness, which is an important criterion in breeding and technological improvement of animals.

Table 3. Morphological Composition of Carcasses of Young Askanian Fine-Wool Sheep

Indicators		$\overline{X} \pm S\overline{x}$
Chilled carcass weight, kgChilled carcass weight, kg		19,70±0,38
Muscle tissue, kg	kg	15,17±0,24
	% of carcass weight	77,01
Bone tissue and tendons, kg	kg	4,53±0,12
	% of carcass weight	22,99
Meatiness coefficient		3,35

According to the obtained data, the weight of the chilled carcass is 19.7 kg, of which a significant portion – 15.17 kg consists of muscle tissue, accounting for 77.01% of the total carcass weight. This indicates a high level of muscle mass development, which is an important characteristic of a meat breed and positively affects the quality and yield of meat.

Bone tissue and tendons amount to 4.53 kg or 22.99% of the carcass weight. This ratio is typical for a breed with good meatiness indicators, as an excess of bone tissue can reduce the commercial value of the meat.

The meatiness coefficient, which equals 3.35, confirms the high proportion of muscle tissue relative to bone, serving as an important indicator of the breeding value of the young stock and demonstrating the effectiveness of the methods used to improve meat productivity.

Thus, the morphological composition of the carcasses of young Askanian fine-wool sheep is characterized by an optimal tissue ratio, ensuring high meat quality and promising potential for meat production.

For a comprehensive assessment of the meat productivity quality of young Askanian fine-wool sheep, an analysis of the carcass grade composition was carried out (Table 4). This approach allows not only the determination of the overall meat productivity but also a qualitative evaluation of the carcass structure according to industry standards, which affect the commercial value of the meat.

Table 4. Grade Composition of Carcasses of Askanian Fine-Fleeced Breed Lambs

Indicators	$\overline{X} \pm S\overline{x}$
Grade I:: Meat	10,87±0,29
Bones and tendons	3,28±0,15
Total Grade I	14,15±0,34
Grade II:: Meat	3,36±0,17
Bones and tendons	0,59±0,12
Total Grade II	3,95±0,21
Grade III:: Meat	0,94±0,10
Bones and tendons	0,66±0,07
Total Grade III	1,60±0,11
Total in carcass: Meat	15,17±0,24
Bones and tendons	4,53±0,12
Total	19,70±0,38

According to the study results, the largest proportion of meat and bones belongs to the carcasses of Grade I – totaling 14.15 kg, of which 10.87 kg is meat and 3.28 kg is bones and tendons. This indicates a high level of quality muscle tissue in the first category, which is a positive indicator for meat productivity and the commercial appeal of the carcasses.

Grade II carcasses have a total mass of 3.95 kg, with the majority also being meat (3.36 kg), indicating a sufficient reserve of muscle tissue, though of a lower grade.

Grade III is characterized by the smallest mass – 1.60 kg, including 0.94 kg of meat, corresponding to less valuable parts of the carcass, which still contribute to overall productivity.

The total meat mass in the carcass is 15.17 kg, and the bone tissue with tendons amounts to 4.53 kg, which together make up the chilled carcass weight of 19.7 kg. Such a structural characteristic of the carcass is typical for the Askanian fine-fleeced breed and indicates a balanced ratio of muscle to bone tissue with dominance of high-quality Grade I meat.

Thus, the obtained data confirm the effectiveness of the selection measures and technologies aimed at improving carcass grading and increasing their meat value.

Conclusions. As a result of the study on the meat productivity of young Askanian fine-fleeced sheep, it was established that the applied selection approaches contribute to a significant increase in live weight at birth and at later ages, as well as ensure stable and high average daily gains, which are key indicators of animal growth intensity.

The live weight of animals aged from 2 to 6.5 months demonstrates positive growth dynamics, with average daily gains ranging from 192 to 230 grams, indicating the high potential of the Askanian fine-fleeced breed for efficient conversion of feed into muscle mass.

Morphological analysis of the carcasses of young animals confirmed the dominance of muscle tissue, which constitutes over 77% of the chilled carcass weight. This indicates high meat value and reflects a well-developed muscle structure and optimal meat-to-bone ratio.

The analysis of the carcass grading revealed that the majority of the meat belongs to Grade I carcasses, confirming the high quality and commercial value of the products. The presence of Grades II and III meat is a natural component of carcass structure and does not significantly affect overall productivity.

The dressing percentage of young animals is around 49%, which indicates a rational ratio between live weight and carcass weight, as well as the effective use of feed resources and rearing technologies.

The meatiness coefficient (3.35) indicates a predominance of muscle over bone tissue, which is an important indicator of the breed's selection value and its suitability for meat production.

Overall, the obtained results confirm the effectiveness of comprehensive selection and technological measures aimed at improving the meat productivity of the Askanian fine-fleeced breed, opening prospects for the further development of meat-oriented sheep farming.

Recommendations for improving breeding programs and implementing advanced methods of productivity assessment based on morphological and grading indicators can help increase meat productivity and quality, enhance the economic efficiency of production, and meet growing market demands.

References

1. Animal Gene Pools of Askanian Selection. Kherson: “Oldi-Plus”, 2021. pp. 14–59.

2. Zaruba K. V., Drozd S. L., Hladiy I. A. Slaughter Qualities of Young Sheep of Different Origins. *Scientific Bulletin “Askania-Nova”*. Issue 13. 2020. pp. 37–48. doi.org/10.33694/2617-0787-2020-1-13-37-47

3. Antonik I., Zaruba K., Nedosekov V. Genomic Selection in Sheep Breeding: Modern Challenges and Opportunities. In: *Development of the Agricultural Sector, Food and Veterinary Medicine in Ukraine and EU Countries* (December 25–26, 2024. Riga, Republic of Latvia): International Scientific Conference. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2024. pp. 41–49.

4. Yakovchuk V. S., Stolbunenko S. H. Fattening and Meat Qualities of Young Sheep Under Industrial Crossbreeding. *Scientific Bulletin “Askania-Nova”.* Issue 14. 2021. pp. 249–263. https://doi.org/10.33694/2617-0787-2021-1-14-249-263

РАЦІОНАЛЬНЕ ЗАСТОСУВАННЯ АНТИБІОТИКІВ ТА ПРЕПАРАТІВ ЙОДУ ПРИ ЛІКУВАННІ КОРІВ ЗА ПІСЛЯОТЕЛЬНОГО ЕНДОМЕТРИТУ

Боднар О., кандидат біологічних наук, доцент,
Керничний С., кандидат ветеринарних наук, доцент
Захарова Т., кандидатка ветеринарних наук, доцентка
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам’янець Подільський, Україна

Вступ. Велика кількість повідомлень вітчизняних та зарубіжних дослідників свідчить, що частота післяотельних запальних захворювань статевих органів у корів не знижується і вони продовжують посідати чільне місце в структурі акушерської патології у корів. Відомо, що близько 80-100% корів в перші 2 тижні після отелу має бактеріальне забруднення порожнини матки [1; 2]. Це забруднення є природним і неминучим, адже протягом короткого періоду часу після родів ендометрій відшаровується та відновлюється. У середньому 80% корів успішно справляються з цією бактеріальною контамінацією, проте близько у 20% самок впродовж 21 дня після отелу в матці можуть виникати гостро-гнійні процеси. Цьому сприяють метаболічні розлади та виражений негативний енергетичний баланс, розлад механізмів імунного захисту, несвоєчасне та неадекватне лікування тощо [3-5].

В акушерській практиці з метою знищення збудників в геніталіях найбільш поширеними є: внутрішньоматкове введення антибактеріальних препаратів ; системна антибіотикотерапія (підшкірні, внутрішньом’язові, внутрішньовенні ін’єкції); комбіновані способи введення антисептиків. Аналіз останніх повідомлень науковців та практиків свідчить, що системне

застосування антибіотиків для лікування корів з гострим ендометритом може бути більш доцільним, ніж їх внутрішньоматкове введення [6; 7]. Однак широке і не завжди виправдане застосування антибіотиків сприяє появі полірезистентних штамів бактерій, може викликати дисбактеріоз, імуносупресію, алергію та інші ускладнення. Тому антибіотикотерапія повинна бути адекватною та раціональною, що передбачає обґрунтування призначення препаратів та протоколів їх застосування, вибір ефективного способу введення, використання принципу синергізму дії антибіотиків, пошук альтернативних засобів тощо [7-9].

Препарати йоду широко використовується в медицині в якості антисептичного засобу широкого спектру, протимікробна дія якого поширюється на грампозитивні та на грамнегативні бактерії, гриби, віруси. Препарати йоду тваринам призначають всередину, у піхву та в матку, для нанесення на шкіру та слизові оболонки, введення в рану, норицю тощо, а також у вигляді водних розчинів внутрішньовенно та внутрішньоартеріально [8; 9].

Метою досліджень було розробити та визначити клінічну ефективність комплексних схем регіонарної антибіотикотерапії корів за післяотельного ендометриту в комбінації із препаратами йоду.

Матеріали та методи. Клінічні дослідження проводилися в молочних господарствах Хмельниччини на коровах української молочної чорно-рябої та породи віком 4-5 років з середньою молочною продуктивністю за попередню лактацію 6,5 тис. кг. Корів з діагнозом післяотельний гнійно-катаральний ендометрит було розділено на 3 дослідні групи по 10 го́лів. Коровам першої дослідної групи (Д1) комплексна схема лікування включала щоденне внутрішньом'язове введення антибіотиків: «тилозин - 20%» у дозі 0,5 мл /10 кг та «оксипрол 20%» у дозі 1 мл/10 кг маси тіла; утеротонічний препарат «амірідин-1%» - 2 мл на 100 кілограм м. т. Препарати вводили один раз на добу до повного зникнення симптомів ендометриту. Тваринам другої дослідної групи (Д2) застосовували регіонарні введення «тилозину–20%» у дозі 0,3 мл/10 м. т. кг, та «оксипрол 20 %» у дозі 0,5 мл/10 кг м. т., «амірідин-1%» в дозі 2 мл на 100 кг м. т. Перше введення препаратів проводили – у внутрішню здухвинну артерію, через 24 год. – паравагінально [10]. Коровам третьої дослідної групи (Д3) застосували лікування аналогічне групі Д2, доповнивши його інтрааортальним введенням водного розчину йоду (розчин Люголя) в дозі 10 мл на 100 кг м. т. та через 24 години інтравенозно в дозі 30 мл на 100 кг м. т. Одночасно із антибактеріальною терапією коровам усіх груп внутрішньопіхвово вводили 50 мл 0,5 % - ного олійного розчину йоду. Даний розчин вводили за допомогою полістиролової піпетки для штучного осіменіння, з'єднаної з 50 грамовим пластиковим шприцом [11].

Результати та обговорення. За результатами ідентифікації збудників ендометриту у корів в господарствах регіону та визначення їх чутливості до антибактерійних препаратів проводився підбір антибіотиків з врахуванням

синергізму дії, їх ротація та корекція протоколів лікування хворих корів. Установлено, що крім бактеріальних збудників ендометриту (в основному стафілококів, стрептококів, кишкової палички) у 20% проб ексудату також висівалися мікроскопічні гриби із роду Candida, що обґрунтувало включення нами у лікувальні схеми препаратів йоду. Враховуючи дані мікробіологічних досліджень, а також синергічність антимікробної дії окситетрацикліну та тилозину тартрату, в якості етіотропної терапії корів з гнійним ендометритом були вибрані ін'єкційні форми даних препаратів.

Аналіз результатів проведених клінічних досліджень показав високу лікувальну ефективність розроблених схем комплексного впливу на організм хворих корів (табл.).

Таблиця. Результати лікування корів

Групи корів	Ефективність лікування, %		Запліднилося корів, % після			Тривалість періоду від отелення до запліднення, (діб)	Індекс осіменіння
	клінічно одужало	завагітніло	1-го осіменіння	2-го осіменіння	3-го осіменіння		
Д 1	90	70	40	20	10	74,6±4,2	1,7
Д 2	100	80	50	20	10	65,3±3,6	1,5
Д 3	100	100	60	30	10	58,8±4,8	1,3

Установлено, що регіонарне введення антибіотиків виявилось більш ефективним способом, ніж їх рекомендоване інструкцією внутрішньом'язове ін'єктування: вже через 48 годин повністю припинялися виділення гнійно-катарального ексудату, матка значно зменшувалася у розмірах та відновлювала ригідність. Таку високу ефективність лікування можна пояснити синергічною дією антибіотиків, доповненої йодотерапією та аміридином, а також регіонарними способами їх застосування. Доповнення антибіотикотерапії гемотропних введенням водного розчину йоду (група Д3) забезпечило абсолютний лікувальний ефект та повністю виключило рецидиви захворювання, суттєво покращило показники відтворення корів-реконвалесцентів. Таким чином, результати проведених досліджень дають підставу стверджувати, що локальне застосування водних та олійних розчинів йоду підвищує ефективність антибіотикотерапії та попереджає дисбактеріоз, який може спровокувати системне застосування антибіотиків.

Аналіз літературних джерел показує, що застосування внутрішньоматкової терапії в комбінації з ін'єкціями антибіотиків не виявило суттєвої різниці в порівнянні із їх тільки внутрішньом'язевим введенням, а внутрішньоаортальне та внутрішньоартеріальне застосування антибіотиків для лікування корів за ендометриту може бути більш доцільним, ніж їх внутрішньоматкове введення. Завдяки такому направленому введенні в значній мірі вдається обійти природні

бар'єри організму, сконцентрувати антисептичні препарати в патологічному вогнищі та локалізувати їх етіотропну дію, що значно підвищує лікувальний та біологічний ефект [8-10; 12-14]. Тому дані положення нами були враховані при розробці комплексно-послідовних схем лікування корів за післяотельного ендометриту, а саме переваги направленого (регіонарного) введення антибіотиків та препаратів йоду.

Висновки. Комбіноване регіонарне застосування антибіотиків та препаратів йоду за рахунок розширення протимікробної та біостимулюючої дії є високоефективним методом лікування корів за післяотельного ендометриту. При цьому скорочується термін лікування та покращується відновлення репродуктивної функції корів, у 1,5-2 рази зменшуються витрати препаратів.

Література

1. Walsh S., Williams E., Evans A. A Review of the Causes of Poor Fertility in High Milk Producing Dairy Cows. *Animal Reproduction Science.* 2011. Vol. 123. P. 127-138. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2010.12.001.

2. Sheldon I.M., Owens S.E. Postpartum uterine infection and endometritis in dairy cattle. *In Proceedings of the 33rd Annual Scientific Meeting of the European Embryo Transfer Association (AETE). Bath. UK. 8–9 September.* 2017. Vol. 14. P. 622–629. DOI: http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-AR1006.

3. Herath S., Dobson H., Bryant C., Sheldon, I. Use of the Cow as a Large Animal Model of Uterine Infection and Immunity. *Journal of Reproductive Immunology.* 2006. Vol. 69. P. 13-22. https://doi.org/10.1016/j.jri.2005.09.007.

4. Боднар О. Аналіз взаємозв'язків показників клітинного імунітету організму корів за післяотельного ендометриту. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка.* 2020. № 33. С. 166-171. DOI: https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-18.

5. Sheldon I.M., Cronin J., Goetze L., Donofrio G., Schuberth H.J. Defining Postpartum Uterine Disease and the Mechanisms of Infection and Immunity in the Female Reproductive Tract in Cattle. *Biology of Reproduction.* 2009. Vol. 81. P. 1025-1032. https://doi.org/10.1095/biolreprod.109.077370

6. McDougall S., Hussein H., Aberdein D., Buckle K., Roche J., Burke, C. et al. Relationships between Cytology, Bacteriology and Vaginal Discharge Scores and Reproductive Performance in Dairy Cattle. *Theriogenology.* 2011. Vol. 76. P. 229-240.https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.12.024

7. Masera J., Gustafsson B.K., Afiefy M.M., Stowe C.M., Bergt G.P. Disposition of oxytetracycline in the bovine genital tract: systemic vs intrauterine administration. *J. of the Am. Vet. Med. Assoc.* 1980. Vol. 176. P. 1099-1102.

8. Боднар О.О., Керничний С.П., Захарова Т.В., Боднар О.О. Регіонарне застосування антибіотиків та препаратів йоду в комплексних схемах лікування корів за гнійного ендометриту. *Наук. вісник НУБіП України.* 2016. Вип. 237. С. 149-158.

9. Спосіб йодотерапії корів за ендометриту: пат. 70074 Україна. № 13536; заявл. 17.11.2011; опубл. 25.05.2012; *Бюл.* №10. 3 с.

10. Спосіб лікування гнійного ендометриту у корів: пат. 85115 Україна. № 03110; заявл. 23.03.2007; опубл. 25.12.2008, *Бюл.* № 24. 3 с.

11. Спосіб лікування вестибуловагініту у корів: пат. 85118 Україна; № 200703665; заявл.03.04.2007; опубл. 25.12.2008; *Бюл.* №24. 4 с.

12. Parmar K.H. Endometritis in Bovine: A Review. *Agricultural Reviews.* 2021. Vol. 42 (3). P. 342-347. DOI: https://doi: 10.18805/ag.R-2038.

13. Judith A.M., Wessels Michael R., Wessels D.F., Twomey James R. Adverse Reaction to Presumed Intra-arterial Ceftiofur Suspension Injection in Dairy Cattle. *Journal of Comparative Pathology.* 2014. Vol. 150 (1). P. 91. DOI:10.1016/j.jcpa.2013.11.067.

14. Боднар О.О., Керничний С.П., Білецький В.С., Мізик В.П. Регіонарна йодотерапія за ендометриту у корів. *Вісник Сумського Національного аграрного університету. Серія "Ветеринарна медицина".* 2013. Вип. 1 (30). С.135-137.

ПОВЕДІНКОВІ АКТИ СОБАК ТА ЇХ КОМУНІКАТИВНЕ ЗНАЧЕННЯ

Величко В.С.,
Кладницька Л.В., доктор ветеринарних наук, професор
Голодняк О.Т.,
Кривенко О.О.,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна

Вступ. Собаки виконують надзвичайно багато функцій у взаємодії з людиною. Вони є компаньйонами, охоронцями, здійснюють пошук людей, вибухонебезпечних предметів, хімічних речовин, тому їхня здатність гармонійно взаємодіяти з людиною, іншими собаками та навколишнім середовищем є критично важливою [2, 4, 5]. Ключову роль у регуляції міжвидової комунікації собак із людиною відіграють гени SEZ6L, ARVCF, COMT, CLCN3 і TNRC6B, зокрема їхньої схильності до пошуку фізичного контакту та уваги в стресових ситуаціях, таких як задача «нерозв'язної проблеми». Ці гени, пов'язані з нейронним розвитком і сигналізацією, сприяли доместикації собак та формують їхню унікальну соціальність, і можуть впливати на поведінку під час годівлі, наприклад, через комунікативні дії чи реакції конкуренції [3]. Собаки мають широкий та гнучкий спектр візуальних, акустичних та нюхових сигналів, які дозволяють здійснювати виразно та точно налаштовану комунікацію між особинами даного виду, міжвидову та комунікацію між собакою та людиною [1, 6].

Матеріали та методи. Дослідження проводили на собаках, які були доставлені з районів проведення бойових дій на території України та знаходяться в «Patron Pet Center» на території Експоцентр Україна. Проводили спостереження за індивідуальними поведінковими актами, які включали рухову,

терморегуляційну, харчову, пошукову, захисну та дослідницьку діяльність. Також досліджували суспільну поведінку – територіальну, групову, репродуктивну, батьківську, агресивну. Усі дослідження проведені з урахуванням закону України про захист тварин від жорстокого поводження.

Результати та обговорення. Візуальні сигнали є дуже помітними і включають мову тіла, роботу мімічних м'язів голови та позу. Зокрема, рух хвоста – виляння за збудження, підібганий за страху; положення вух – насторожені за пильності, притиснуті до голови каудально за підпорядкування; загальну позу тіла, висока постава за впевненості, низька за підпорядкування. Тонкі сигнали, такі як облизування губ, позіхання або відвертання, можуть вказувати на стрес або дискомфорт.

Агресивні сигнали часто включають спроби здаватися більшими, наприклад, піднята шерсть на загривку, напружені м'язи усього тіла, прямий погляд.

Звукові сигнали охоплюють вокалізацію, таку як гавкіт, гарчання, скиглення та виття. Контекст, тон, висота та тривалість цих вокалізацій надають додаткового значення. Наприклад, грайливе гарчання відрізняється за звуком від загрозливого гарчання. Гарчання зазвичай служить попереджувальним сигналом.

Нюхові сигнали є вирішальними завдяки низькому порогу нюхової чутливості собак. Вони значною мірою покладаються на мічення запахом, наприклад, сечовипускання для встановлення території та передачі інформації про ідентичність, стать, здоров'я та настрій іншим собакам. Обнюхування надає безліч інформації про їхнє оточення на даному ареалі існування.

Дані про ранню соціалізацію та генетичні фактори є актуальними для виховання соціально адаптованих собак, зменшення харчової агресії та покращення їхньої взаємодії з людьми, що має значення для власників і міждисциплінарних досліджень. Розуміння комунікативних сигналів і зграйної поведінки сприяє ефективному управлінню собаками в побутових ситуаціях.

Структура зграї стосується складної соціальної динаміки та ієрархії, яка природньо виникає в групі собак. Як нащадки вовків, собаки зберігають вроджені інстинкти зграї, які вкорінені в їхній природі, що призводить до встановлення соціального порядку [7]. Рання соціалізація є наріжним каменем для запобігання проблемної поведінки в дорослих собак. Найбільш чутливий і вирішальний період для соціалізації цуценят зазвичай припадає на вік від 3 до 14 тижнів. Протягом цього етапу постнатального розвитку цуценята виявляють просоціальні схильності, знижену реакцію страху на нові ситуації та високу сприйнятливість до нового досвіду, тим самим легко формують стосунки та прихильності [8]. Собаки володіють багатим і гнучким багажем інструментів комунікації, використовують візуальні, слухові та нюхові сигнали для передачі повідомлень, розуміння один одного та підтримки соціального зв'язку.

Висновки. Собаки демонструють поведінкові акти, спрямовані на виживання, адаптацію та взаємодію. Індивідуальна поведінка включає рухову для переміщення в пошуках їжі чи укриття, терморегуляційну для підтримання

температури, харчову для пошуку та поглинання їжі, наприклад, переслідування здобичі. Пошукова поведінка забезпечує знаходження ресурсів, дослідницька допомагає орієнтуватися через зміну положення органів чуття чи переміщення. Захисна поведінка охоплює агресивні дії, втечу чи завмирання. Гігієнічна поведінка підтримує чистоту тіла, а її порушення вказує на проблеми. Соціальна поведінка включає територіальну для захисту простору, групову для координації, репродуктивну для розмноження, батьківську для догляду за потомством та агресивну для встановлення ієрархії чи розподілу ресурсів. Усі форми поведінки взаємопов'язані, забезпечують виживання та соціальну організацію.

Література

1. Siniscalchi M., d'Ingeo S., Minunno M., Quaranta A. Communication in Dogs. Animals. 2018, том 8, № 8, с. 131. DOI: https://doi.org/10.3390/ani8080131

2. Howell T. J., King T., Bennett P. C. Puppy parties and beyond: the role of early age socialization practices on adult dog behavior // *Veterinary Medicine: Research and Reports*. 2015. Vol. 6. P. 143–153. https://doi.org/10.2147/VMRR.S62081.

3. Persson M. E., Wright D., Roth L. S. V., Jensen P. Genomic regions associated with interspecies communication in dogs contain genes related to human social disorders. *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. Article 33439. https://doi.org/10.1038/srep33439.

4. Bonney P. Understanding dog pack structure. *Bonnies Dog Training*. 2023. 13 July. URL: https://www.bonnies.com.au/post/understanding-dog-pack-structure.

5. Harvey N. D., Affenzeller N., Pageat P. Canine socialisation: A narrative systematic review. *Animals*. 2022. Vol. 12, No. 21. Article 2895. https://doi.org/10.3390/ani12212895.

6. Can dogs truly understand each other? *ManyPets*. URL: https://manypets.com/us/blog/can-dogs-truly-understand-each-other/.

7. Communication in Dogs. *PMC*. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6116041/.

8. The Science of Canine Communication: Decoding How Dogs Understand Us. *Recherche Kennels*. URL: https://recherchekennels.com/the-science-of-canine-communication-decoding-how-dogs-understand-us/.

АНАЛІЗ НАЙПОШИРЕНІШИХ АЕРОКОНТАКТНИХ АЛЕРГЕНІВ ПРИ СИНДРОМІ АТОПІЧНОЇ ШКІРИ КОТІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Гайдамак А.М., здобувач наукового ступеня аспірант
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна

Вступ. Атопічний дерматит котів, також названий в деяких джерелах неблошиним нехарчовим алергічним дерматитом або котячим атопічним дерматитом – це реакція гіперчутливості 1 типу, що викликає свербіж шкіри у котів, пов'язана з наявністю фіксованих на шкірі або циркулюючих антитіл імуноглобуліну Е (IgE), специфічних до антигенів навколишнього середовища (алергенів) [2].

Термін «атопічний синдром котів» охоплює різноманітні алергічні захворювання у котів. Ці розлади включають алергічний дерматит, астму/респіраторні захворювання та шлунково-кишкові захворювання, які можуть бути пов'язані з гіперчутливістю до алергенів навколишнього середовища та харчових продуктів, і які можуть співіснувати з алергічним дерматитом, спричиненим блохами. На відміну від собак, коти можуть демонструвати плеоморфну клінічну реакцію при сенсибілізації до будь-якого з цих елементів. Крім того, існує певна відсутність консенсусу щодо ролі імуноглобуліну (Ig)E у розвитку гіперчутливості до алергенів навколишнього середовища (раніше атопічний дерматит), тоді як роль цього антитіла більш очевидна у інших видів (наприклад, собак та людей). Через ці труднощі існують певні вагання щодо використання терміну «атопічний дерматит» при описі котів з гіперчутливістю до алергенів навколишнього середовища. Були запропоновані різні альтернативні термінології, включаючи «неблошиний, нехарчовий індукований дерматит гіперчутливості котів». Доменіко Санторо, Шері М. Пучеу-Хастон, Крістін Прост, Ральф С. Мюллер, Гіларі Джексон у серії рукописів по атопії котів запропонували змінити цю останню номенклатуру на «синдром атопічної шкіри котів», feline atopic skin syndrome (FASS)[3].

На відміну від таких видів, як люди та собаки (у яких атопічний дерматит зазвичай пов'язаний з обмеженим діапазоном та розподілом клінічних ознак), шкірні ураження при FASS набагато більш варіабельні за зовнішнім виглядом та менш передбачувані за поширенням. Як і при інших формах шкірних захворювань котів, більшість котів з FASS зазвичай мають один або кілька «моделей шкірної реакції». Ці моделі включають міліарний дерматит, самовикликану алопецію/гіпотрихоз, свербіж голови та шиї та еозинофільний гранульомний комплекс [3].

Тестування на алергени слід проводити лише після встановлення діагнозу FASS шляхом виключення інших захворювань. Тести на алергени не є діагностичними. Вони радше підтверджують клінічний діагноз FASS та використовуються для визначення того, які алергени можуть спровокувати

захворювання, і повинні бути обрані для алерген-специфічної імунотерапії (ACIT), якщо це є кращим методом лікування [4].

Вибір терапії залежить від стану тварини, особливо від тяжкості уражень, ступеня свербіжу та уподобань власника, а особливо у котів — від здатності приймати ліки. Терапію необхідно регулярно переглядати та адаптувати до індивідуальних потреб [6]. За винятком уникнення причинного алергену, загалом існують два різних підходи до лікування: специфічний за допомогою алерген-специфічної імунотерапії (ACIT) або симптоматичний за допомогою різноманітних препаратів (антигістамінних, глюкокортикоїдів, циклоспорину). Поєднання різних підходів може збільшити ймовірність ремісії [5].

ACIT у котів може базуватися або на внутрішньо-шкірному тестуванні, або на серологічному тестуванні алерген-специфічного IgE. На жаль, дуже мало досліджень критично оцінювали ці тести у котів, і хоча перший є кращим методом, який використовують клініцисти, другий є біль частою методикою, що використовується практикуючими лікарями. Це пов'язано не лише з тим, що вартість зберігання алергенів робить внутрішньо-шкірне тестування непрактичним для лікаря загальної практики, але й з тим, що результати даного тестування у котів важче інтерпретувати порівняно з іншими видами (собаками та конями) [6].

Нерідко собаки та коти з алергією на навколишнє середовище одночасно страждають від гіперчутливості до компонентів їжі або алергічної реакції на укуси бліх [7], і може бути важко визначити, яка частина симптомів зумовлена яким типом антигену. У цих тварин діагностичне обстеження може вимагати елімінаційної дієти з кількома провокаційними пробами та ретельного контролю над блохами, а також повторних обстежень тварини, щоб забезпечити адекватне вирішення вторинних інфекцій та супутньої гіперчутливості до укусів бліх [4].

Метою роботи було проведення аналізу найпоширеніших алергенів, які спричиняють атопічний дерматит котів в Україні.

Матеріали і методи. Для вирішення поставленої мети було проведено аналіз результатів дослідження сироваток крові котів з підтвердженим FASS. В дослідженні були включені коти обох статей та різних порід, віком від 3 міс. до 10 років. Сироватки досліджувались на апараті PAX (pet allergy xplorer), для виявлення підвищених рівнів імуноглобулінів класу Е до конкретних алергенів. У ході роботи було проаналізовано 62 сироватки котів із встановленим FASS, що надходили на дослідження з усієї території України в період з 1.03.2024 по 1.10.2024р.

В **результаті** аналізу отриманих даних встановлено, що у 40,3 % (25 із 62) котів було діагностовано підвищений рівень імуноглобулінів класу Е до пилових кліщів (Dermatophagoides farinae), у 14,5 % (9 із 62) котів було діагностовано підвищений рівень імуноглобулінів класу Е до пилку амброзії (Ambrósia spp.), у 11,3 % (7 із 62) котів було діагностовано підвищений рівень імуноглобулінів класу Е до пилку подорожника (Plantago spp.), у 9,7 % (6 із 62) котів було діагностовано підвищений рівень імуноглобулінів класу Е до пилку вільхи (Alnus spp.), у 8 % (5 із 62) котів було діагностовано підвищений рівень

імуноглобулінів класу Е до пилку ліщини (Corylus spp.), у 8 % (5 із 62) котів було діагностовано підвищений рівень імуноглобулінів класу Е до слини блохи і у 8 % (5 із 62) котів було діагностовано підвищенний рівень імуноглобулінів класу Е до амбарних кліщів (Tyrophagus putrescentiae).

Висновки. Результати цього дослідження демонструють, що найпоширенішими алергенами, що провокують розвиток FASS у котів на території України є пилові кліщі, пилок амброзії та подорожника. Інші алергени представленні в панелі аналізатора, давали значно менший відсоток позитивних реакцій. Це дослідження не тільки дає уявлення про найпоширеніші алергени, що провокують розвиток FASS у котів на території України, а також є корисним для ветеринарних лікарів для оцінки перспектив лікування FASS за допомогою уникнення контакту з алергеном або ж за допомогою застосування алерген специфічної терапії, у разі неможливості уникнення контакту з алергеном, що спричиняє FASS.

Література

1. Гілберт С., Холлівелл Р.Е. Котячий імуноглобулін Е: індукція антиген-специфічних антитіл у нормальних котів та рівні у котів зі спонтанною алергією. Vet Immunol Immunopathol. 1998;63:235–252.

2. Міллер В.Х., Гріффін К.Е., Кемпбелл К.Л. «Дерматологія дрібних тварин» Мюллера та Кірка. 7-е видання. Сент-Луїс, Міссурі: Elsevier; 2013. с. 388–392.

3. Санторо, Д.; Пучеу-Хастон, К.М.; Прост, К.; Мюллер, Р.С.; Джексон, Г. Клінічні ознаки та діагностика атопічного синдрому у котів: детальні рекомендації щодо правильної діагностики. Vet. Dermatol. 2021 , 32 , 26-e6.

4. Ральф С. Мюллер, Тім Наттолл, Крістін Прост, Біанка Шульц, Петра Бізікова, Лікування атопічного синдрому у котів – систематичний огляд , Ветеринарна дерматологія , 10.1111/vde.12933 , 32 , 1 , (43-e8) , (2021).

5. Сесілія Фріберг, Гіперчутливість котів, діагностика та терапія у ветеринарній дерматології , 10.1002/9781119680642.ch10 , (98-108) , (2021).

6. Сарідомічелакіс М.Н., Оліврі Т. Оновлення інформації щодо лікування атопічного дерматиту у собак. Vet J. 2016;207:29–37.

7. Hobi S, Linek M, Marignac G, Olivry T, Beco L, Nett C та ін. Клінічні характеристики та причини свербежу у котів: багатоцентрове дослідження дерматозів, пов'язаних з гіперчутливістю у котів. Vet Dermatol. 2011;22(5):406–413. doi: 10.1111/j.1365-3164.2011.00962.x.

ІМУНОЛОГІЧНІ ТА НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТРЕСУ У СОБАК

Горюк Ю., доктор ветеринарних наук, доцент
Білоконь Т., здобувачка ОС «магістр»
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. Останні десять років психологічне здоров'я домашніх тварин привертає дедалі більше уваги з боку ветеринарів та власників тварин. Дослідження, що ґрунтуються на опитуваннях, проведених у попередній літературі, виявили високий рівень поширеності проблем із поведінкою у собак, зокрема тих, що пов'язані зі страхом та тривогою. Загальний рівень поширеності таких проблем коливається в межах 20–50% серед собак. Мета цієї роботи полягає в дослідженні проблем, які виникають у собак через стресові фактори, такі як гучні звуки, візити до ветеринарної клініки та інші подразники, а також в оцінці впливу цих стресорів на здоров'я тварин.

Матеріали та методи. Дослідження базувалося на зборі та аналізі даних, отриманих із наукових публікацій, а також практичних спостережень за поведінкою та фізіологічними реакціями собак. Інформація була зібрана з наукових баз даних, зокрема PubMed, Scopus, Google Scholar, а також через прямі спостереження за тваринами в умовах ветеринарних клінік.

Результати та обговорення. Проблеми, що виникають через страх і тривогу, спричинені різними типами стресорів (наприклад, гучними звуками, візитами до ветеринарної клініки чи навколишніми подразниками), що призводить до гострих (протягом одного дня) або хронічних (протягом кількох днів) стресових реакцій у собак. Наразі доступні кілька планів лікування, зокрема добавки та медикаменти залежно від типу стресових реакцій. Однак, оцінка рівня тривоги та ефективності цих планів лікування досі є складним завданням, частково через відсутність стандартизації індивідуальної реакції. Кількісні дані для оцінки інтенсивності індивідуальної стресової реакції та визначення результатів лікування залишаються рідкісними.

Коли тварина стикається зі стресорами, активується паравентрикулярне ядро гіпоталамуса і блакитна пляма, що запускає швидку симпатичну адреномедулярну систему, в результаті чого вивільняються катехоламіни з надниркових залоз (наприклад, норадреналін і адреналін), і активуються симпатичні нерви для підготовки організму до реакцій "бий або біжи". Симпатична адреномедулярна система також активує імунну систему як частину механізму захисту від фізичних ушкоджень та патогенів під час стресу. Автономна нервова відповідь є миттєвою, оскільки вона слугує сигналом тривоги для організму; вона згасає протягом 30–60 хвилин, після чого відбувається зміщення активації гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової вісі, що веде до підвищення рівня глюкокортикоїдів. Подразник також активує імунну систему, знижуючи гальмівні ефекти глюкокортикоїдів або стимулюючи імунну

систему через гіпоталамо-гіпофізарно-надниркову вісь. Тому, хоча тварини зазвичай можуть відновлюватися після гострої хвороби або травми, хронічний стрес, особливо при низькому чи помірному рівні, може викликати хронічні запальні розлади. Оцінка маркерів імунної системи в периферійних зразках є ще одним способом вимірювання індивідуальної хронічної стресової реакції.

Згідно з літературою щодо оцінки стресової реакції у собак, найчастіше використовуються спостереження за поведінкою такі як вокалізація, елімінація, отологічні ознаки або рівень активності, а також фізіологічні параметри, такі як рівень периферійного кортизолу, частота серцевих скорочень, варіабельність серцевого ритму, місцева температура або комбінація цих параметрів. Серед них рівень кортизолу в слині є найчастіше використовуваним маркером для відображення реакції гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової вісі. Однак дослідження показують, що рівень кортизолу в слині корелює з його рівнем у крові, який підвищується через 15–30 хвилин після впливу стресового чинника. Інші дослідження також вказують, що рівень кортизолу в слині досягає піку через 16–20 хвилин після початку стресу і повертається до базового рівня протягом 60 хвилин.

Більше того, через складність стресової реакції рекомендовано використовувати оцінку за кількома системами. Наприклад, маркери симпатичної адреномедулярної системи відображають короткострокову реакцію на стрес, тоді як секреція катехоламінів досягає піку через 1 хвилину і залишається підвищеною протягом приблизно 3 хвилин, що є дуже швидкою реакцією. Тому комбінація цих маркерів дає більше інформації про індивідуальну реакцію на стрес у відповідному контексті.

Попри це, інформація про периферійні маркери у собак, які відображають реакцію тварини та її імунної системи на стрес, є досить обмеженою, та потребує подальших досліджень.

Висновки. Враховуючи актуальність цієї теми, є перспективи у розвитку нових методів вимірювання стресу, які поєднують поведінкові, фізіологічні та імунні маркери, щоб створити більш комплексну картину стресових реакцій у собак. Це дозволило б ветеринарам і власникам тварин краще адаптувати лікувальні плани, підбираючи індивідуальний підхід до кожної тварини.

Література

1. Behavioral, Physiological, and Pathological Approaches of Cortisol in Dogs / S. M. Mârza et al. *Animals.* 2024. Vol. 14, no. 23. P. 3536. URL: https://doi.org/10.3390/ani14233536

2. Indicators of protein exchange in dogs with different types of higher nervous activity / A. Levchenko et al. *Ukrainian journal of veterinary sciences*. 2023. Vol. 14, no. 4. P. 108–125. URL: https://doi.org/10.31548/veterinary4.2023.108

3. A Review of Inflammatory Bowel Disease: A Model of Microbial, Immune and Neuropsychological Integration / P. Tavakoli et al. *Public Health Reviews.* 2021. Vol. 42. URL: https://doi.org/10.3389/phrs.2021.1603990

ІМУНОТЕРАПІЯ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ЛІКУВАННЯ РАКУ У СОБАК

Горюк Ю., доктор ветеринарних наук, доцент
Волох Є., здобувачка ОС «магістр»
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. Оскільки тривалість життя домашніх тварин, особливо собак, значно збільшилася завдяки покращенню медичних технологій та умов догляду, рак став однією з основних причин їх смерті [1]. Багато видів раку у собак мають багато спільного з людськими формами раку, що дозволяє вченим застосовувати собак як модель для тестування нових терапевтичних стратегій [2]. Таке використання собак у дослідженнях може прискорити процес розробки та впровадження нових лікувальних методів. Мета цих досліджень полягає в аналізі сучасних досліджень, що стосуються застосування імунотерапії в лікуванні раку у собак, а також порівняльної онкології, яка дозволяє використовувати собак як модель для тестування нових терапевтичних стратегій.

Матеріали та методи. Для цього було проведено систематичний аналіз наукових публікацій, що стосуються імунотерапії раку у собак та порівняльної онкології. Дослідження базується на вибірці статей, отриманих з наукових баз даних, а саме: PubMed, Scopus, Google Scholar.

Результати та обговорення. Імунотерапія – це одна з найбільш перспективних стратегій у лікуванні раку [1]. Замість того, щоб боротися безпосередньо з пухлиною, як це робить хіміотерапія або променева терапія, імунотерапія спрямована на активізацію або модифікацію імунної системи пацієнта, щоб вона могла сама боротися з раковими клітинами. Імунотерапевтичні підходи мають кілька переваг перед традиційними методами лікування, оскільки вони менш токсичні для здорових клітин і можуть забезпечити більш тривалий ефект.

Одним із важливих аспектів імунотерапії є те, що вона може бути адаптована для використання не лише у людей, але й у тварин, зокрема собак. Використання собак у якості моделей для тестування імунотерапевтичних препаратів дозволяє отримати важливу інформацію про їх ефективність та безпечність, що допомагає в подальших клінічних випробуваннях на людях. Собаки, як правило, мають структуру імунної системи, аналогічну до людської, що робить їх ідеальними кандидатами для таких досліджень [3]. Крім того, рак у собак розвивається природним чином, що дозволяє вивчати захворювання в реальних умовах, а не лише в контрольованих лабораторних умовах.

Однією з найбільших переваг імунотерапії є можливість персоналізованого лікування. У ракових пухлинах часто спостерігається велика варіативність клітин, що може ускладнити застосування стандартних методів

лікування, таких як хіміотерапія [2]. Імунотерапія, навпаки, може бути більш гнучкою, оскільки вона орієнтована на специфічні молекули, які мають значення для розвитку пухлини. Таким чином, імунотерапевтичні препарати можуть бути адаптовані до конкретних особливостей пухлини кожного пацієнта, що підвищує ймовірність успіху лікування.

Завдяки застосуванню новітніх імунотерапевтичних методів у лікуванні раку у собак, вчені змогли значно покращити результати лікування деяких типів пухлин у тварин. Наприклад, дослідження, проведені на собаках з лімфомою, показали, що терапія, що включає інгібітори контрольних точок імунотерапії, може значно збільшити тривалість життя тварин і покращити якість їх життя. Це свідчить про великий потенціал імунотерапії не лише для лікування раку у собак, але й для її подальшого використання у лікуванні людських онкологічних захворювань.

Порівняльна онкологія, яка вивчає онкологічні захворювання у тварин, стає все більш важливою в контексті розвитку нових методів лікування раку. Порівняльне дослідження дозволяє знаходити спільні риси в розвитку раку у різних видів, що сприяє покращенню розуміння механізмів хвороби і дозволяє швидше розробляти нові терапевтичні стратегії [3]. Це відкриває можливості для співпраці між дослідниками, що працюють з тваринами та тими, хто розробляє методи лікування для людей.

Завдяки дослідженням у галузі порівняльної онкології вдалося не лише покращити методи лікування для тварин, але й здійснити великий крок вперед у розробці імунотерапевтичних препаратів для людини. Успішні клінічні випробування на собаках, які мають аналогічні форми раку, дозволяють вченим виявляти нові можливості для ефективного лікування раку у людей. Таким чином, імунотерапія не лише дає надію на нові перспективи лікування для собак, але й робить значний внесок у розвиток онкології в цілому.

Висновки. Отже, з розвитком нових імунотерапевтичних стратегій, можна очікувати ще більших досягнень у лікуванні раку як у собак, так і в людей. Це відкриває нові горизонти для розвитку медичних технологій, а також підвищує якість життя як для тварин, так і для їх власників.

Література

1. Mason N. J. Immunotherapy with genetically engineered T cells holds promise for the treatment of nonmalignant diseases in the dog. Journal of the American Veterinary Medical Association. 2024. P. 1–10. https://doi.org/10.2460/javma.24.02.0113

2. Mestrinho L. A., Santos R. R. Translational oncotargets for immunotherapy: From pet dogs to humans. Advanced Drug Delivery Reviews. 2021. Vol. 172. P. 296–313. https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.02.020

3. Preclinical evaluation and first-in-dog clinical trials of PBMC-expanded natural killer cells for adoptive immunotherapy in dogs with cancer / A. M. Razmara et al. Journal for ImmunoTherapy of Cancer. 2024. Vol. 12, no. 4. P. e007963. https://doi.org/10.1136/jitc-2023-007963

ПОВЕДІНКОВІ АКТИ В ДРІБНИХ ТВАРИН ЗА ДІЇ СТРЕСОВИХ ЕНДОГЕННИХ ФАКТОРІВ

Кладницька Л.В., доктор ветеринарних наук, професор,
Іванова А.С.,
Агєєнко Д.С.,
Величко В.С.,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна

Вступ. Війна кардинально змінює життя не лише людини, а й домашніх тварин, таких як собаки та коти. Вони чутливо реагують на стресові фактори воєнних дій, що суттєво впливає на їхню поведінку. Гучні вибухи, відчуття небезпеки, переміщення та розлука з власниками призводять до змін у звичних поведінкових актах, що ускладнює їхню адаптацію та виживання. Під впливом стресу собаки та коти можуть проявляти агресію, страх, апатію або надмірну збудливість [1, 2]. Типовими реакціями є також порушення сну, зміни у харчовій поведінці та небажання контактувати [3, 4]. Аналіз цих поведінкових змін є надзвичайно важливим для розуміння потреб тварин та пошуку ефективних способів допомоги. Вчасна підтримка з боку власників та фахівців може значно покращити адаптацію тварин, зменшити рівень їхнього стресу та покращити якість життя навіть у воєнний час.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на собаках, які були доставлені з районів проведення бойових дій на території України та знаходяться в домашньому розпліднику , а також в «Patron Pet Center» на території Експоцентр Україна. Проводили спостереження за індивідуальними поведінковими актами, які включали рухову, терморегуляційну, харчову, пошукову, захисну та дослідницьку діяльність [1, 9]. Також досліджували суспільну поведінку – територіальну, групову, репродуктивну, батьківську, агресивну. Усі дослідження проведені з урахуванням закону України про захист тварин від жорстокого поводження.

Результати та обговорення. Війна в Україні стала причиною фізичної та психічної травматизації домашніх тварин. Подразники надмірної сили викликають процеси збудження і гальмування у нервовій системи, що проявляється певною симптоматикою.

У собак реєструється агресія, настороженість до незнайомих людей, апатія. Тварини потребують більше часу на відпочинок. Аналіз змін харчової поведінки демонструє зміни апетиту, зокрема, більша потреба у споживанні білкової їжі. Нерідко тварина відмовляється від прийому корму.

Ярко помітна вокалізація за дії сильних звукових подразників: скиглення під час гучних звуків руху ракет, військових літаків, гвинтокрилів, при роботі протиповітряної оборони.

Рухова активність: надмірна рухова активність під час вибухів (біг по приміщенню, спроби сховатися, тварина намагається бути біля власника).

Частота та інтенсивність прояву стресових реакцій залежить від інтенсивності обстрілів, їх характеру (гучність, тривалість).

Дослідження змін у диханні: під час прояву активної рухової реакції частота дихання зменшується але бронхи розширюються (за механізмом дії адреналіну).

У котів також ярко виражена реакція страху на гучні звуки – вибухи, гуркіт техніки. Коти шукають безпечне місце, ховаються, можуть тікати, до власника не йдуть, що кардинально відрізняє їх поведінку від собак. Щодо змін у соціалізації, то відмічали настороженість до незнайомих людей. Тварини потребували більший часу на відпочинок, у них було бажання розміститися на речах власника. Аналіз змін харчової поведінки засвідчив зміни апетиту, такі як менша потреба у споживанні їжі, інколи відмова.

Частота та інтенсивність прояву стресових реакцій залежить від інтенсивності обстрілів, їх характеру (гучність, тривалість).

Після евакуації та за перебування тривалий час (6 місяців) у спокійних умовах у собак виникає поступове зниження реакції нервової системи на гучні звуки, але залишкова настороженість зберігається. Щодо соціальних аспектів поведінки – у котів і собак підвищена обережність до будь яких подразників, що з часом зменшується за умов позитивного досвіду. Прив'язаність до власника зростає, збільшується потреба в контакті як джерелі безпеки. Це підкреслює глибину впливу війни на психіку тварин.

В умовах стресу, особливо спричиненого такими екстремальними факторами як війна, індивідуальні та суспільні поведінкові акти тварин зазнають суттєвих змін, що прямо впливає на їхнє виживання та пристосування. Рухова активність замість цілеспрямованого переміщення може стати хаотичною, панічною або, навпаки, призвести до апатії та знерухомлення. Хронічний стрес може порушити нормальні механізми терморегуляції, привести до неадекватних реакцій на температуру . У харчовій поведінці спостерігається зміна апетиту – від повної відмови до надмірного споживання, а сам процес пошуку їжі стає менш ефективним. Пошукова та дослідницька поведінка пригнічуються: тварина може уникати дослідження, ставати гіперпильною або проявляти стереотипні, безцільні рухи. Захисні реакції стають неадекватними та надмірними: посилення агресії, надмірна лякливість, постійна втеча або повне блокування реакції (завмирання). Порушення гігієнічної поведінки (наприклад, відмова від грумінгу або надмірне вилизування) є частим індикатором стресу [5]. У суспільній поведінці захист території може стати надмірно агресивним або призвести до відмови від нього. Змінюється й динаміка групи: може спостерігатися посилення конфліктів, порушення ієрархії, або ж, навпаки, підвищена згуртованість, але з елементами паніки. Стрес пригнічує репродуктивну функцію, а батьківська поведінка може бути порушена, кицька може покинути своїх кошенят [6]. Агресія під впливом стресу часто стає непередбачуваною, спрямованою на невідповідні об'єкти. Усі ці поведінкові зміни не лише свідчать про психоемоційний стан тварини, але й знижують її адаптивні можливості та здатність до виживання, що підкреслює важливість розуміння та підтримки тварин у кризових ситуаціях.

Висновки. Підтверджено значний вплив гострого стресу на поведінку тварин. Дослідження чітко показує, що переживання інтенсивних стресових ситуацій, пов'язаних з воєнними діями, призводить до помітних змін у поведінкових реакціях собак та котів. Сформувалися стійкі умовно-рефлекторні реакції. У тварин із зон активних бойових дій виробилися міцні асоціативні зв'язки між певними звуковими подразниками (авіація, вибухи, ракети) та відчуттям небезпеки. Ці реакції зберігаються навіть у безпечному середовищі, що вказує на глибокий психологічний вплив пережитого. Спостерігається генералізація страху. Реакція страху в тварин не обмежується лише первинними стресовими подразниками. Гучні та різкі звуки загалом можуть викликати тривогу та прагнення сховатися, особливо в собак. Непрямий досвід стресу також має наслідки. Реакція тварин на специфічні звуки, що асоціюються із загрозою, вказує на те, що навіть тварини, які не пережили найгострішу фазу конфлікту безпосередньо, можуть відчувати наслідки стресових подій у своєму середовищі. Зареєстровано індивідуальні відмінності у прояві стресу. Хоча всі досліджувані тварини демонструють ознаки підвищеної тривожності, конкретні поведінкові прояви відрізняються залежно від виду, породи, віку та індивідуальних особливостей кожної тварини.

Література:

1. Burn C.C. Bestial boredom: a biological perspective on animal boredom and suggestions for its scientific investigation. *Anim. Behav*. 2017.
2. Chmelíková E. et al. Salivary cortisol as a marker of acute stress in dogs: a review. *Domest. Anim. Endocrinol*. 2020.
3. Edwards P.T. et al. Fearful Fido: investigating dog experience in the veterinary context in an effort to reduce distress. *Appl. Anim. Behav. Sci*. 2019.
4. González-Martínez Á. et al. Association between puppy classes and adulthood behavior of the dog. *J. Vet. Behav*. 2019.
5. Hauser H. et al. In-hospital administration of dexmedetomidine oromucosal gel for stress reduction in dogs during veterinary visits: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *J. Vet. Behav*. 2020.
6. Mundell P. et al. An automated behavior-shaping intervention reduces signs of separation anxiety–related distress in a mixed-breed dog. *J. Vet. Behav*. 2020.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІОФАГІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Кременчук І., аспірант
Горюк Ю., доктор ветеринарних наук, доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Харчові захворювання залишаються однією з найсерйозніших проблем у сфері охорони здоров'я навіть у XXI столітті. За даними звіту Європейської продовольчої безпеки (EFSA) за 2019 рік, в ЄС було зафіксовано 5175 спалахів харчових захворювань, в яких постраждало понад 49 000 осіб, що включають 2859 госпіталізацій та 60 смертей. Це підкреслює важливість боротьби з патогенами в харчових продуктах, де стабільний рівень спалахів від таких збудників, як *Campylobacter* та *Salmonella* і зростання захворювань, спричинених *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Shiga toxin-producing Escherichia coli*. Метою даного дослідження є оцінка потенціалу бактеріофагів як засобів біоконтролю в харчовій промисловості, зокрема для зниження рівня патогенів, що спричиняють харчові захворювання, а також аналіз переваг і обмежень їх використання для продовження терміну зберігання харчових продуктів.

Бактеріофаги (фаги) мають великий потенціал для застосування в харчовій промисловості, зокрема як біопрезервативи, антибіотики для людей і інструменти для виявлення шкідливих мікробів на всіх етапах харчового ланцюга. Ці віруси інфікують і лізують бактеріальні клітини, пропонуючи кілька переваг для біопрезервації, таких як висока специфічність і активність, безпека для людини, мінімальний вплив на кишкову мікробіоту, авто-реплікація та ефективність проти біоплівок.

Крім того, бактеріофаги є генетично керованими і гнучкими для використання в різних середовищах, що дозволяє їм допомагати у виявленні патогенів. У харчовій промисловості фаги можуть застосовуватись для зменшення колонізації патогенів та захворювань у сільськогосподарських тварин, а також для санітарної обробки тушок та сирих продуктів, таких як фрукти та овочі. Як природні консерванти, вони сприяють подовженню терміну зберігання продуктів. Їх можна використовувати як до, так і після збору врожаю, а також для обробки продуктів на етапі переробки.

Особливий інтерес викликає використання лізуючих фагів як агентів біоконтролю. Прогрес у застосуванні бактеріофагів для збереження продуктів харчування включає їх використання в біосанітаризації та біопрезервації. Біопрезервація передбачає пряме застосування бактеріофагів до харчових продуктів для подовження їхнього терміну зберігання. Європейське агентство з безпеки продуктів харчування та USFDA вже схвалили використання фагових сумішей у агропродовольчому секторі.

Дослідження, які використовують високогідростатичний тиск у поєднанні з лізинами, показали багатообіцяючі результати. Використання рекомбінантних бактерій, що виділяють лізини, є ще одним перспективним напрямком для інтеграції фагів у харчову промисловість.

Фаги вже зарекомендували себе як ефективний і безпечний біозахист, специфічно націлений на бактеріальні патогени, не впливаючи на природну коменсальну мікрофлору. Наприклад, *Listeria monocytogenes*, одна з основних причин харчових інфекцій, ефективно контролюється за допомогою фагових коктейлів на свіжих фруктах, таких як яблука і дині. Також фаги можуть бути інкапсульовані в алгінатні капсули, що дозволяє зберігати їх активність при зберіганні продуктів за низьких температур.

Окрім цього, лізини бактеріофагів привертають увагу як потенційні антибактеріальні препарати, що руйнують бактеріальні клітинні стінки. Лізин *LysGH15* продемонстрував ефективність проти різних штамів *Staphylococcus aureus*, включаючи метицилін-резистентний штам (MRSA), а також є ефективним у продуктах з високим вмістом солі, що відкриває можливості для його використання у обробці м'яса.

Загалом, бактеріофаги та їх лізини можуть стати важливими інструментами для боротьби з харчовими патогенами, підвищення безпеки харчових продуктів і подовження їхнього терміну зберігання.

Однак, незважаючи на численні переваги, існують і певні труднощі, які необхідно подолати для широкого застосування фагів. Однією з основних проблем є стабільність фагів у різних харчових середовищах. В'язкість продукту, наприклад, у твердій або високов'язкій їжі, може ускладнити рівномірне поширення фагів і їх взаємодію з бактеріями. Фаги більш ефективно працюють у рідких середовищах, тоді як їх дія обмежена в твердіших продуктах, навіть при великих початкових титрах.

Також існують проблеми із впливом компонентів їжі, таких як молочні білки, органічні кислоти та інші речовини, які можуть знижувати життєздатність фагів. Це обмежує тривалість їхньої активності та ефективність у боротьбі з патогенними бактеріями. Для широкого впровадження фагових технологій необхідно вирішити питання масштабного виробництва фагів за доступними цінами, що є важливим бар'єром для їхнього комерційного використання.

Однією з проблем є також оральне введення фагів для зменшення патогенів у харчових продуктах. Основними стресовими факторами є кислотність шлунку, непереносимість жовчі та інактивація фагів травними ферментами і протеазами. Це значно знижує кількість фагів, які досягають цільового місця. Однак одним із перспективних підходів є інкапсуляція фагів за допомогою гелів, екструзії, використання ліпосом і наноемульсій.

Ще одним серйозним викликом є споживчий скептицизм і відсутність довіри до використання фагів як біоконтролюючих агентів у харчовій промисловості. Споживачі можуть побоюватися можливих негативних наслідків для здоров'я, оскільки не завжди розуміють природу фагів, їх безпечність і потенційний вплив на органолептичні характеристики продуктів.

Висновки. Бактеріофаги мають великий потенціал для покращення безпеки харчових продуктів та подовження їхнього терміну зберігання. Завдяки своїй специфічності та ефективності проти патогенних мікроорганізмів, фаги можуть стати важливим інструментом для боротьби з харчовими захворюваннями. Проте для їх широкого застосування в харчовій промисловості необхідно подолати ряд технічних і економічних бар'єрів, таких як забезпечення стабільності фагів у різних харчових середовищах та подолання споживчого скептицизму. Подальші дослідження та розробки в цій галузі відкривають можливості для більш ефективного використання фагів у біоконтролі, що може значно покращити безпеку харчових продуктів.

Література

1. The European Union One Health 2019 Zoonoses Report. *EFSA Journal*. 2021. Vol. 19, no. 2. P. 1-12. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6406

2. Biopreservative technologies of food: an alternative to chemical preservation and recent developments / K. S. Muthuvelu et al. *Food Science and Biotechnology*. 2023. Volume 32, pages 1337–1350. URL: https://doi.org/10.1007/s10068-023-01336-8

3. Garvey M. Bacteriophages and Food Production: Biocontrol and Bio-Preservation Options for Food Safety. *Antibiotics*. 2022. Vol. 11, no. 10. P. 1324. URL: https://doi.org/10.3390/antibiotics11101324

4. Biopreservation of Milk and Dairy Products / A. Gálvez et al. *Food Biopreservation.* New York, NY, 2014. P. 49–69. URL: https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2029-7_5

5. Effect of Phage SAvB14 combined with antibiotics on Staphylococcus aureus variant bovis / Y. V. Horiuk et al. *Regulatory Mechanisms in Biosystems.* 2021. Vol. 12, no. 3. P. 531–536. URL: https://doi.org/10.15421/022173

6. Horiuk Y. V. Characterization of the biological properties of bacteriophages Staphylococcus aureus variant bovis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. 2019. Vol. 21, no. 96. P. 47–52. URL: https://doi.org/10.32718/nvlvet9608

ВПЛИВ ВИКОРИСТАННЯ ЯГНЯТАМ ПРОБІОТИКУ ПРИ ОРГАНІЧНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Кудрик Н., кандидат с.-г. наук, с. н. с.
Цвігун А., доктор с.-г. наук, професор
Яковчук В., кандидат с.-г. наук, с. н. с.
Тимофійшин І., кандидат с.-г. наук, доцент
Інститут тваринництва степових районів імені М. Ф. Іванова «Асканія-Нова» – Національний науковий селекційно-генетичний центр з вівчарства, с. Чубинське, Україна

Вступ. В останні роки виробництво органічних продуктів харчування різко зростає у всьому світі, що свідчить про підвищення споживчого попиту. За цей час досягнуто значного прогресу в розвитку технологій органічного тваринництва. [1, 2]. Проте виробництво органічного тваринництва, зокрема вівчарства, в країнах Європейського Союзу продовжує мати обмежений характер: так, на 2017 рік, органічних овець у Європі було 5,19 млн. голів, що становило 3,4 % від всього поголів'я овець [3].

Органічне виробництво продукції вівчарства потребує вирощування здорових тварин зі стійким імунітетом, які здатні ефективно використовувати корма. Заселення травного каналу мікробіотою у жуйних починається вже через кілька днів після народження з навколишнього середовища (шкіра, підстилка, вода), а функціонування рубця починається з шеститижневого віку [4, 5]. До останнього часу, як для лікування, так і для профілактики захворювання ягнят використовували антибіотики. Але діюче законодавство щодо виробництва органічної продукції суворо забороняє, а у деяких випадках суттєво обмежує використання антимікробних препаратів. Проте сьогодні на зміну антибіотикам прийшли нові і, що доволі важливо, – біологічні препарати. Важливою особливістю пробіотиків є їх спроможність стимулювати імунну відповідь організму ягнят і підвищувати протиінфекційну стійкість організму, регулювати і стимулювати травлення. Отже, пробіотики, за правильного використання, дають змогу відмовитися від антибіотиків і зробити крок до отримання екологічно чистої продукції.

Одним із таких препаратів, що не пригнічує життєві функції та покращує резистентність організму, є пробіотик "Субалін". Це лікувально-профілактичний препарат нового покоління, розроблений вітчизняними мікробіологами, становить собою мікробну масу аеробних спороутворюючих бактерій Bacillus subtilis, ліофілізованих у захисному середовищі сахарози та желатину. Колонії бактерій Bacillus не виділяють, як звичайну мікрофлору шлунково-кишкового тракту, на відміну від лактобактерій. Зовнішній вигляд "Субаліну" – це пориста суха маса сірого кольору різної інтенсивності, добре розчинна у воді. В одній дозі (1 г) міститься 50 млрд. мікробних клітин, у т.ч. 7,5 млрд. спор.

Матеріали та методи. Враховуючи актуальність проблеми, на отарі таврійського типу асканійської тонкорунної породи було проведено науково-виробничий експеримент щодо розробки технологічного способу вирощування ягнят у період підсису з використанням пробіотичного препарату «Субалін», який відповідає вимогам органічного виробництва. З цією метою, за методом груп-аналогів, було сформовано дві групи вівцематок з ягнятами: контроль (n = 10) та дослід (n = 10). Новонародженим ягнятам дослідної групи, починаючи з віку 7 - 10 днів життя, використовували разом з концентрованими кормами профілактичний препарат “Субалін”: до 30 - денного віку у дозі 0,2 г/гол щоденно; з 30 - по 120 - денний вік - у дозі 0,5 г/гол щоденно. Контрольна група не отримувала пробіотик. Дослід тривав до досягнення піддослідними ягнятами 4,0 - місячного віку, після чого було проведено відлучення ягнят від вівцематок.

Результати та обговорення. Встановлено, що використання пробіотику сприяло одержанню у 4,0-місячному віці живої маси у тварин контрольної групи 28,4 кг, тоді як їх ровесники з дослідної мали 32,7 кг, середньодобовий приріст при цьому склав 198,7 г та 233,3 г, при P > 0,99. Отже, перевага дослідної групи від використання «Субаліну» склала 17,4 % (табл. 1).

Таблиця 1. Показники росту піддослідних ягнят за період підсису

Показник	Піддослідні групи тварин	
	контрольна	Дослідна
Жива маса при народженні, кг	4,6 ± 0,88	4,7 ± 0,62
Жива маса у 4,0-міс. віці, кг	28,4 ± 0,92	32,7 ± 0,85**
Абсолютний приріст, кг	23,8 ± 0,86	28,0 ± 0,85**
Середньодобовий приріст, г	198,7 ± 6,3	233,3 ± 7,8**
Відносний приріст, %	517,4	595,7
± до контролю	-	+ 17,4

**P > 0,99

Оскільки абсолютний та середньодобовий прирости одиниці маси тіла за одиницю часу не завжди об’єктивно характеризують швидкість росту, використовують показник відносного приросту, який відображають у відсотках. Встановлено, що відносний приріст ягнят контрольної групи становив 517,4 %, тоді як дослідної групи – 595,7 %, або на 78,3 абсолютних відсотка більше. За період досліду у контрольній групі відмічалися поодинокі розлади шлунково-кишкового тракту, у ягнят дослідної групи розладів не було. Бактерії-пробіонти (Bacillus subtilis), які містилися у препараті «Субалін», випереджали заселення кишківника новонароджених ягнят дослідної групи нормальною мікрофлорою і створювали біологічний бар’єр, який перекривав доступ до нього умовно-патогенних бактерій.

Біохімічні та гематологічні показники крові є важливими індикаторами процесів, що відбуваються в організмі. Ці показники при нормальному стані

знаходяться у гомеостазі, що дозволяє більш точно характеризувати стан здоров'я тварини та її продуктивність. Тому, поряд з вивченням впливу пробіотику "Субалін" на живу масу ягнят, нами, з метою контролю за станом здоров'я і життєздатності, визначалися основні показники крові. Встановлено, що основні показники крові піддослідних ягнят контрольної і дослідної груп були у фізіологічних межах, властивих тваринам цього віку (табл. 2).

Таблиця 2. Аналіз крові піддослідних ягнят

Показник	Піддослідні групи тварин	
	контрольна	дослідна
Еритроцити, млн/мл	11,2 ± 0,53	11,6 ± 0,54
Гемоглобін, г%	9,4 ± 0,64	10,0 ± 0,48
Лейкоцити, тис/мл	7,9 ± 0,36	7,8 ± 0,52
Загальний білок, г%	6,24 ± 0,32	6,83 ± 0,24
Альбуміни, г%	2,60 ± 0,17	2,86 ± 0,14
Глобуліни, г%	3,64 ± 0,21	3,97 ± 0,22
α-глобуліни, г%	1,12 ± 0,07	1,23 ± 0,6
β-глобуліни, г%	0,56 ± 0,02	0,62 ± 0,02
γ-глобуліни, г%	1,96 ± 0,20	2,12 ± 0,21
Са, мг%	10,15 ± 0,72	10,42 ± 0,36
Р, мг%	6,00 ± 0,14	6,05 ± 0,22
Резервна лужність, мг%	488 ± 12,40	496 ± 16,82
Гемоглобіновий індекс	0,50	0,52
Альбуміно-глобуліновий коефіцієнт	0,71	0,72
Кальцій-фосфорне відношення	1,69	1,72

Важливе фізіологічне значення еритроцитів полягає у здійсненні кисневотранспортної функції. Пластичність еритроцитів забезпечує транспорт кисню від легень до тканин і вуглекислого газу – від тканин до легень. Встановлено, що кількість еритроцитів у крові ягнят контрольної групи була 11,2 ± 0,53 млн/мл, тоді як дослідної – 11,6 ± 0,54 млн/мл, або на 3,6 % більше.

Відомо, що інтенсивність дихальної функції крові визначається рівнем гемоглобіну в еритроцитах. Рівень цього основного постачальника кисню до тканин та органів у крові контрольних тварин становив – 9,4 ± 0,64 г% та 10,0 ± 0,48 г% у ягнят яким згодовували пробіотик «Субалін», гемоглобіновий індекс при цьому склав відповідно 0,50 та 0, 52.

Певну роль в організмі відіграють лейкоцити, яким, переважно, відводиться захисна функція. Визначення їх вмісту важливо для вивчення реактивної здатності організму, що виникає у відповідь на дію зовнішніх факторів навколишнього середовища – годівлі, утримання і т.д. Аналіз кількісного вмісту білих кров'яних клітин у тварин не виявив різниці і складав у середньому 7,8 - 7,9 тис/мл, що було у межах фізіологічної норми.

Важливість визначення концентрації загального білка у сироватці крові передусім зумовлена багатогранною та важливою фізіологічною роллю, яку відіграють білки плазми крові. Завдяки їм підтримується в'язкість, текучість крові, відбувається запобігання осіданню формених елементів, формується об'єм крові у судинному руслі. Білки плазми проводять транспортування багаточисельних екзо- та ендогенних речовин, приймаючи участь у зв'язуванні гормонів, мінеральних елементів та інших біологічно-активних речовин.

При вивченні білкового складу сироватки крові встановлено міжгрупову різницю і коливання показників, які вивчалися. Встановлено, що ягнята контрольної групи мали вміст загального білка – 6,24 ± 0,32 г%, тоді як тварини дослідної групи – 6,83 ± 0,24 г%, або на 9,46% більше.

Крім концентрації загального білка у крові сільськогосподарських тварин дуже важливим показником є значення альбумінів та глобулінів, оскільки співвідношення між різними класами білкових структур слугує одним з критеріїв фізіолого-біохімічного механізму, який обумовлює вищу продуктивність. Альбумін крові виконує три основні функції: створює колоїдно-осмотичний тиск плазми, служить значним і швидким резервом білка та транспортним засобом. Альбуміни та глобуліни є основними видами білків, які приймають участь в обміні речовин організму тварин. Зміна вмісту альбумінів у сироватці крові нерозривно пов'язана з інтенсивністю росту тварини. Помічено, що при більш високому вмісті альбумінів, вище й середньодобовий приріст живої маси. Встановлено, що вміст альбуміну у ягнят контрольної групи становив 2,60 ± 0,17 г%, тоді як у дослідних тварин 2,86 ± 0,14 г%, або на 10,0 % більше. Особливий інтерес становлять глобуліни – значна група білків різної структури з важливими біологічними функціями. Рівень глобулярних білків визначає продуктивність молодих тварин і захисні сили організму. Вони поділяються на три фракції: α, β і γ-глобуліни. Альфа і бета (α, β) глобуліни приймають участь у транспортуванні до клітин організму ліпідів, стероїдних гормонів, вітамінів A, D, E. Встановлено, що вміст глобулінів у сироватці крові у тварин контрольної групи складав 3,64 ± 0,21 г%, тоді як у дослідних ягнят – 3,97 ± 0,22 г%, або на 9,1 % більше. Відомо, що γ-глобуліни містять специфічні білки-антитіла, які виконують імунологічну функцію (розчинюють чужорідні клітини, нейтралізують токсини, зв'язують чужорідні білки, утворюють осад з антигенами). Вміст γ-глобулінів у ягнят дослідної групи становив 1,96 ± 0,20 г%, тоді як у досліді – 2,12±0,21 г%, або на 8,2 % більше. Більш високий вміст γ-глобулінів у ягнят дослідної групи свідчить про їх вищу резистентність. Наші дослідження узгоджуються з повідомленнями дослідників N. Larsen, P. Jia та іншими, які у своїх експериментах довели, що Bacillus subtilis при пероральному вживанні не лише позитивно впливає на формування нормальної флори, але й має імуностимулюючий ефект [6, 7].

Висновки. Використання ягнятам у період підсису лікувально-профілактичного препарату "Субалін" до 30-денного віку у дозі 0,2 г/гол щоденно, з 30- по 120-денний вік у дозі 0,5 г/гол щоденно, сприяло формуванню оптимальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту і запобігало

захворюванням на диспепсії. Резистентні ягнята, вирощені із застосуванням пробіотику, мали середньодобові прирости у період підсису до 233,3 г, що на 17,4 % перевищували прирости аналогів з контрольної групи. Отже, проведеними дослідженнями встановлено, що пробіотик "Субалін" доцільно використовувати при розробці технології органічного виробництва конкурентоспроможної ягнятини і молодої баранини на основі екологічно безпечного утримання овець.

Література

1. Ібатуллін М.І., Микитюк Д.М. Виробництво органічної продукції свинарства: зарубіжний досвід та виклики для України. Економіка та управління АПК. 2019. №1. С. 30 - 41.

2. Pilar L., Stanislavska L., Rojik S., Kvasnicka R., Polakova J., Gresham G. (2018). Emirates Journal of Food and Agriculture. Vol. 30. Issue 11, pp. 918-926.

3. Willer, Helga and Julia Lernoud (Eds.) (2019): The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2019. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, and IFOAM – Organics International, Bonn. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ciaorganico.net/documypublic/486_2020-organic-world-2019.pdf (дата звернення: 10.06.2024).

5. Kong, L., Yang, C., Dong, L., Diao, Q., Si, B., Ma, J., & Tu, Y. (2019). Rumen Fermentation Characteristics in Pre- and Post-Weaning Calves upon Feeding with Mulberry Leaf Flavonoids and Candida tropicalis Individually or in Combination as a Supplement. Animals: an open access journal from MDPI, 9(11), 990. doi: 10.3390/ani9110990.

6. Liu, X., Zhao, W., Yu, D., Cheng, J. G., Luo, Y., Wang, Y., Yang, Z. X., Yao, X. P., Wu, S. S., Wang, W. Y., Yang, W., Li, D. Q., & Wu, Y. M. (2019). Effects of compound probiotics on the weight, immunity performance and fecal microbiota of forest musk deer. Scientific reports, 9(1), 19146. doi: 10.1038/s41598- 019-55731-5.

7. Larsen, N., Thorsen, L., Kpikpi, E. N., Stuer-Lauridsen, B., Cantor, M. D., Nielsen, B., Brockmann, E., Derkx, P. M. F., & Jespersen, L. (2014). Characterization of Bacillus spp. strains for use as probiotic additives in pig feed. Appl Microbiol Biotechnol., 98(3), 1105–1118. doi: 10.1007/s00253-013-5343-6.

8. Jia, P., Cui, K., Ma, T., Wan, F., Wang, W., Yang, D., Wang, Y., Guo, B., Zhao, L., & Diao, Q. (2018). In- fluence of dietary supplementation with Bacillus licheniformis and Saccharomyces cerevisiae as alternatives to monensin on growth performance, antioxidant, immunity, ruminal fermentation and microbial diversity of fattening lambs. Scientific reports, 8(1), 16712. doi: 10.1038/s41598-018-35081-4.

ІНДИКАТОРИ КРОВІ У ТЕЛЯТ З БРОНХОПНЕВМОНІЄЮ ЗА УМОВ ПОСИЛЕННЯ ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНОГО ОКИСНЕННЯ

Ліщук С.Г., кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології
Ковальова О.М., магістр ветеринарної медицини, асистент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології
Добровольський В.А., магістр ветеринарної медицини, асистент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, України

Вступ. Бронхопневмонія є однією з провідних патологій дихальної системи телят, що зумовлює високу летальність та значні економічні втрати у галузі тваринництва [1]. Особливу небезпеку становлять випадки ускладненого перебігу захворювання, що супроводжується розвитком оксидативного стресу, порушенням обміну речовин, пригніченням імунної системи та інтоксикацією організму[2]. Порушення морфологічного складу крові та змін біохімічних показників при бронхопневмонії телят є маркерами патологічних процесів, що відображають глибину ушкоджень та ефективність терапії. В умовах зростання резистентності збудників до традиційних антибактеріальних засобів актуальним є впровадження у схеми лікування препаратів з широким спектром дії, включаючи дезінтоксикаційний, антиоксидантний та імуномодулюючий ефекти [3, 5].

Мета роботи. Оцінити динаміку змін морфологічних та біохімічних показників крові телят, хворих на бронхопневмонію, при застосуванні комплексної терапії із використанням препарату «ВетОкс-1000», що активізує процеси вільнорадикального окиснення та сприяє детоксикації організму.

Матеріали та методи. Дослідження проводили на телятах (n=20) віком 2-3 місяці, хворих на гостру форму бронхопневмонії, підтверджену клінічно, аускультативно та лабораторно. Тварин розділили на дві групи: контрольну (n=10), де застосовували традиційну антибіотикотерапію (ампіцилін, бронхолітики, муколітики), та дослідну (n=10), де у схему включали внутрішньовенне введення препарату «ВетОкс-1000» (5 мл/кг маси тіла, курсом 3 дні поспіль). Морфологічні показники (кількість еритроцитів, лейкоцитів, ШОЕ, гемоглобін) та біохімічні параметри (загальний білок, альбуміни, γ-глобуліни, сечовина, креатинін, активність АСТ, АЛТ) визначали на 1, 5 та 10 день від початку лікування за методиками [2].

Результати та обговорення. На початку дослідження у всіх телят реєстрували ознаки вираженої інтоксикації, тахікардію, гіпертермію до 40–41 °С, посилене дихання з участю допоміжної мускулатури, наявність крепітації та вологих хрипів. Морфологічний аналіз крові вказував на лейкоцитоз (15,2±0,8×10⁹/л), лімфопенію, збільшення ШОЕ (35,6±2,3 мм/год), анемію

(еритроцити 5,1±0,2×10¹²/л), що відображало запальний процес та зниження резестентності організму.

У дослідній групі під впливом «ВетОкс-1000» на 5 добу відзначено нормалізацію температури тіла (38,6±0,4 °С), зниження вираженості клінічних симптомів, відновлення активності тварин. В морфологічному складі крові спостерігалося зниження лейкоцитозу до 11,5±0,7×10⁹/л, зростання рівня еритроцитів до 6,2±0,3×10¹²/л, підвищення гемоглобіну до 102,4±2,6 г/л.

Біохімічні показники свідчили про зменшення явищ ендогенної інтоксикації — рівень сечовини знизився до 4,5±0,2 ммоль/л, креатиніну — до 85,3±4,6 мкмоль/л. Активність АСТ та АЛТ нормалізувалася, що вказувало на зменшення токсичного навантаження на печінку.

У контрольній групі позитивна динаміка спостерігалася пізніше (на 8-10 добу), при цьому показники гематологічного та біохімічного профілю залишалися в межах порушення гомеостазу.

Отримані результати узгоджуються з даними дослідників [3, 4], які підкреслюють ефективність окисно-відновних регуляторів як допоміжної терапії при патологіях дихальної системи.

Висновки. Застосування у схемі комплексної терапії бронхопневмонії телят препарату «ВетОкс-1000» позитивно впливає на динаміку відновлення гомеостазу, сприяє швидшій нормалізації морфологічних та біохімічних показників крові, зменшує прояви інтоксикації. Результати свідчать про доцільність впровадження препарату «ВетОкс-1000» у ветеринарну практику для підвищення ефективності лікування бронхопневмонії телят та зниження економічних втрат господарств.

Література

1. Jones C. P., Miller R. J. The role of free radicals in animal diseases: A review of their significance in bronchopneumonia. *Veterinary Immunology and Immunopathology*. 2017. Vol. 85, No. 3, P. 289–295.

2. Smith J. P., Wilson R. K. Oxidative stress and its role in respiratory diseases in cattle. *Journal of Veterinary Science and Technology*. 2020. Vol. 51, No. 3, P. 234–240.

3. Васильченко О. В., Левченко А. І. Вільнорадикальне окиснення в організмі тварин за респіраторних захворювань. *Ветеринарна медицина України*. 2019. № 23(1). С. 44–50.

4. Дяченко І. С., Іваненко В. В. Оксидативний стрес як фактор розвитку бронхопневмонії у молодняку. *Тваринництво та ветеринарія*. 2020. № 49(2). С. 88–93.

5. Brown L. M., Turner, A. E. Pathophysiological mechanisms of bronchopneumonia in calves and its relationship with oxidative stress. *Animal Health Research Reviews*. 2019. Vol. 20, No. 2, P. 105–112.

САНІТАРНО-ЕПІДЕМІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ТА ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ МАСТИТІВ У КОРІВ

Придеткевич Ю.О., магістр хімії, асистент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Мастит у корів має важливе епідеміологічне значення, оскільки збудниками цього захворювання є понад 40 видів мікроорганізмів, деякі з яких можуть бути небезпечними для людини. Основними збудниками маститів є стрептококи, стафілококи, рідше – кишкова паличка, віруси й грибки. Особливу загрозу становить молоко, заражене стафілококами, адже їхні токсини можуть викликати хвороби у людей. При цьому токсичність такого молока зростає, якщо його зберігати без охолодження. Тому важливими заходами профілактики є негайне охолодження молока, його швидке транспортування для пастеризації, а також зберігання молочних продуктів при низьких температурах [2].

Молоко від корів зі стрептококовим маститом може бути джерелом інфекції для людей і, хоча рідко, може стати причиною епідемій. Випоювання телят таким молоком також небезпечне – можливе виникнення захворювань і навіть загибель молодняка. Наприклад, поросята після споживання молока від корів зі стафілококовим маститом хворіли на гастроентерит, а при стрептококовому або диплококовому маститі – на відповідні форми септицемії.

Змішування молока від хворих і здорових корів значно погіршує його санітарну якість і створює ризик для здоров'я споживачів. Мастит негативно впливає на стан вимені, знижує надої, ускладнює переробку молока та зменшує прибутки господарства. Рівень запалення залежить як від вірулентності збудника, так і від імунного стану тварини. Після одужання продуктивність повністю не відновлюється, що також призводить до економічних втрат [3].

Окрім збудників, на розвиток маститу впливають чинники, що знижують імунітет корови. До них належать: різкі зміни температур, протяги, використання заплісняві підстилки, яка спричиняє грибкові інфекції, травмування вимені через тісне утримання тварин, тверда підлога без підстилки, короткі стійла, а також неповноцінне або надмірне годування. Перед отеленням набряки вимені можуть ускладнюватися маститами. Важливим є також своєчасне та повне доїння, оскільки застій молока сприяє запаленню.

Мастит є показником загального стану стада, а не лише окремих корів. Щоб попередити його поширення, необхідно запобігати перенесенню інфекції через дійковий канал. Для ефективної боротьби з маститом слід своєчасно виявляти і усувати всі чинники, що сприяють його виникненню [1].

Література

1. Вальчук О., Столюк В. Мастити корів, спричинені патогенами бактеріальної природи. *Пропозиція*. 2010. № 9. С. 118–121.

2. Гараздюк Г. В. Своєчасна діагностика субклінічних форм маститів – запорука одержання екологічно чистого молока. *Ветеринарна медицина України*. 2011. № 3. С. 40.

3. Хомин С. П., Стефаник В. Ю., Дмитрів О. Я. та ін. Окремі аспекти патогенезу маститу у корів. *Ветеринарна медицина України*. 2005. № 10. С. 27–29.

МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЧІНКОВИХ КЛІТИН ПРИ ГОСТРОМУ ГЕПАТИТІ У ТВАРИН

Слюсар Н., кандидат вет. наук, доцент, асистент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. Гострий гепатит є однією з найбільш поширених хвороб печінки, яка характеризується запальними змінами у гепатоцитах. У тварин це захворювання може бути викликане різними етіологічними чинниками, зокрема вірусними, бактеріальними, токсичними та метаболічними порушеннями. Хворих тварин, ретельно досліджують застосовуючи різні методи досліджень. Особливо морфофункціональна характеристика печінкових клітин при гострому гепатиті дозволяє краще зрозуміти механізми розвитку захворювання, та спрогнозувати ефективність лікування та можливі ускладнення [1].

Матеріали та методи. За гострого гепатиту у тварин застосовуються різні загальноприйняті методи і методики та інші необхідні, за даної патології, дослідження. Насамперед, тварин оглядають, вивчають симптоматику, збирають анамнез, досліджують біохімічні показники, застосовують УЗД і рентгенологічні дослідження. Застосовані методи досліджень дозволяють виявляти характерні зміни в структурі гепатоцитів.

Результати та обговорення. Гістологічно, спостерігається набряк печінкових клітин, зменшується кількість мітохондрій, появляються зміни в апараті Гольджі та ендоплазматичній сітці, а також порушення структури ядер. В гепатоцитах виявляється цитоплазматична гомогенізація, що свідчить про порушення їх функціональної активності. Морфологічні зміни клітин печінки зумовлені інтоксикацією організму, що сприяє розвитку запальної реакції із наступним ушкодженню тканин із яскраво виявленими функціональними порушеннями печінкових клітин [2]. В організмі тварин, печінка виконує безліч важливих функцій, включаючи детоксикаційну, синтез білків, жовчних кислот, а також метаболізм вуглеводів та ліпідів. При гострому гепатиті порушуються ці функції через дегенеративні зміни в гепатоцитах. Ураження клітин печінки призводить до зменшення синтезу альбуміну, що є маркером порушення синтетичної функції печінки. Також спостерігається збільшення рівня

трансаміназ (АЛТ і АСТ) у сироватці крові, що вказує на пошкодження клітин печінки та вивільнення внутрішньоклітинних ферментів у кров [3]. Гістологічно, у тварин при гострому гепатиті, спостерігається наявність запальних клітин (переважно лімфоцитів) у паренхімі печінки, а також некроз гепатоцитів. У деяких випадках утворюються гігантські клітини, що є результатом некротичних процесів. Інтоксикація, що розвивається за гострого гепатиту спричиняє появу і розвиток фіброзу печінкової тканини [4].

У тварин із зниженою резистентністю перебіг хвороби більш токсичний але значні ускладнення спостерігаються за більш тривалої дії інтоксикації.

Імунна система відіграє важливу роль у патогенезі гострого гепатиту і може спонукати до певного відновлення ураженої паренхіми печінки. Запальна реакція, що виникає в печінці, є результатом активації імунних клітин, зокрема Т-лімфоцитів та макрофагів, які сприяють ушкодженню гепатоцитів. Отже, після усунення етіологічного чинника імунні клітини можуть проявляти здатність до відновлення гепатоцитів і тканини печінки [5].

Важливу роль відіграє якомога швидше виявлення та діагностування гострого гепатиту, тому своєчасне застосування різних методів діагностики попереджує можливі ускладнення хвороби і скорочення життя тварини. Діагностика гострого гепатиту у тварин ґрунтується на клінічних, біохімічних та гістологічних даних. Найбільш інформативними методами є біохімічні дослідження такі як: визначення рівня трансаміназ, білірубіну, альбуміну, а також гістологічний аналіз тканин печінки. З метою виключенн чи підтвердження вірусної етіології застосовуються методи полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) та серологічні тести [6].

Доцільність та особливості застосування терапії включають різні фактори та етіологію хвороби. Так, за вірусного гепатиту показана антивірусна фармакотерапія, тоді як при токсичному гепатиті основним напрямом лікування є усунення токсичних проявів токсикантів і підтримуюча терапія. При наявності фіброзу, або цирозу печінки необхідно включати, в схему лікування гепатопротектори та антифіброзні препарати [7, 8].

Висновки. За гострого гепатиту у тварин, печінкові клітини піддаються структурним змінам. На глибину уражень впливають, насамперед, етіологічні фактори, які спричинили хворобу**.** Морфофункціональна характеристика печінкових клітин при гострому гепатиті є важливим аспектом у розумінні патогенезу цього захворювання та виборі ефективних методів лікування. Вивчення змін у структурі та функціях гепатоцитів дозволяє прогнозувати перебіг хвороби і вчасно коригувати терапевтичні заходи.

Література:

1. Бондаренко Т. О., Шевченко С. П. Морфофункціональні зміни печінки при гострому гепатиті у тварин. *Ветеринарна медицина України*. 2019. 38(2). С. 45-50.

2. Коваль В. І. Гепатити у тварин: етіологія, патогенез та діагностика. *Тваринництво України*. 2020. 15(4). С. 32-35.

3. Мельник М. П., Григор'єв А. Л. Фізіологічні зміни у печінці при гепатитах різної етіології у тварин. *Журнал ветеринарної науки*. 2018. 22(6). С. 88-92.

4. Пилипенко С. Ю., Сидоренко О. О. Печінкові клітини при гострому гепатиті: морфологічні та функціональні зміни. *Український журнал ветеринарної медицини.* 2021. 10(3). С. 40-45.

5. Воронін Ю. П., Кравченко О. С. Патогенез та клініка гострого гепатиту у тварин. *Актуальні питання ветеринарії*. 2017. 27(1). С. 112-115.

6. Чернов, І. А., Величко, Н. В. Роль імунної системи при гострому гепатиті у тварин. *Наукові праці з ветеринарії*. 2022. 29(5). С. 27-33.

7. Соловйов С. М., Демченко Т. В. Діагностика гострого гепатиту у тварин: сучасні підходи. *Ветеринарія та зоотехнія*. 2019. 33(2). С. 22-27.

8. Петров В. І., Кравчук А. М. Лікування гострого гепатиту у тварин: методи та стратегії. *Ветеринарні дослідження*. 2020. 18(1). С. 12-15.

ФІЗІОЛОГІЯ ОДНОКАМЕРНОГО ШЛУНКУ У ТВАРИН

Слюсар Н., кандидат ветеринарних наук, доцент, асистент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. Певна кількість тварин на Планеті, в тому числі й домашні тварини, мають однокамерний шлунок. Їх називають моногастричними. Однокамерний шлунок являється важливою анатомо-фізіологічною структурою у більшості м'ясоїдних, всеїдних та деяких травоїдних тварин [1,3]. Головна його функція полягає у перетравленні компонентів корму. В ньому частково розщеплюються вуглеводи, білки і підготовляється корм до наступного всмоктування у кишковику. Вивчення його фізіології має практичне значення для ветеринарної медицини і тваринництва. Анатомічна будова однокамерного шлунку свідчить про головні фізіологічні процеси, які в ньому відбуваються. Анатомічно він має такі функціональні зони: кардіальна, фундальна (залозиста) та пілорична. У м'ясоїдних тварин, таких як собаки та коти, шлунок має добре виражену залозисту частину, яка виділяє шлунковий сік, багатий на пепсин і соляну кислоту. Це забезпечує високий рівень кислотності (pH ≈ 1.5–2,5), необхідної для активації ферментів і денатурації білків [2,4].

Матеріали та методи. Дослідження фізіології однокамерного шлунку у тварин, проводяться із застосуванням різних фізіологічних, клінічних та інших методів із обов'язковим дослідженням секреції шлункового соку. Шлунковий сік складається із соляної кислоти та таких ферментів: пепсиногену, гастриксину, желатинази і слизу. Головні клітини фундального відділу секретують пепсиноген, який у кислому середовищі перетворюється в активний фермент

пепсин. Парієтальні клітини виробляють соляну кислоту, що створює кисле середовище для оптимальної роботи ферментів та пригнічення патогенних мікроорганізмів[3,5].

Результати та обговорення. Вивчаючи фізіологію однокамерного шлунку у тварин велике значення відводиться руховій активності шлунку моногастричних. Однокамерний шлунок має складну моторику, яка регулюється як нервовими так і гуморальними механізмами, тобто йому властива нейрогуморальна регуляція. Перистальтичні хвилі сприяють перемішуванню корму із шлунковим соком та її поступовому переміщенню до тонких кишок. Кожен вид тварин, що мають однокамерний шлунок має свої фізіологічні відмінності. У свиней шлунок має добре розвинену ферментативну активність та високий ступінь адаптації до перетравлення рослинного і тваринного білка. А у собак та котів він краще пристосований до швидкого перетравлення м'ясної їжі. Водночас, у коней, попри те, що вони мають однокамерний шлунок, значну частину травлення забезпечують мікробні процеси в товстому кишковику. Моторика шлунку, у певній мірі, залежить від активності секреції. Секреція шлункового соку контролюється трьома фазами: цефалічною, шлунковою та кишковою. У першій фазі основну роль відіграють умовні рефлекси, у другій - розтягнення стінки шлунку і дія гастрину, в третій - гальмівний вплив кишкових гормонів, таких як секретин та холецистокінін. В процесі життєдіяльності шлунок піддається агресивній дії і кислоти і ферментів [4].

Слизова оболонка шлунку має захисний бар'єр, що запобігає самоперетравленню. До таких механізмів належать секреція бікарбонатів, висока регенеративна здатність епітелію, а також кровопостачання слизової оболонки.

У різних видів тварин із однокамерним шлунком є свої фізіологічні відмінності [6].

Отже, фізіологія однокамерного шлунку суттєво залежить від виду тварини, це пов'язано із еволюційною адаптацією до різного типу кормів. Так у м'ясоїдних, зокрема собаки та коти, шлунок має великі розміри щодо маси тіла і здатний зберігати значну кількість корму для її поступового перетравлення. Основний акцент у них робиться на секрецію соляної кислоти та пепсину, які швидко розщеплюють білки. У котів, наприклад, pH шлунку після прийому корму може знижуватись до 1,2-1,6 , що сприяє швидкій активації ферментів.

Свині, як всеїдні тварини, мають добре розвинену залозисту частину шлунку і можуть ефективно перетравлювати як рослинний, так і тваринний корм. У них спостерігається високий рівень секреції слизу, що виконує захисну функцію, особливо в кардіальному відділі, де формується специфічна «порожнина ферментації» за участі мікрофлори У молодих поросят важливу роль відіграє вироблення реніну, який коагулює молоко та подовжує його перетравлення.

Попри наявність однокамерного шлунку у коней, спостерігається порівняно слабка ферментативна активність. Шлунок коня складає лише близько 10% об'єму травного каналу, тому корм затримується в ньому нетривалий час.

Основна маса ферментації відбувається у товстому кишковику. Через це коні дуже чутливі до різких змін у годівлі або перегодовуванні, що може призводити до шлункових виразок або колік [6].

Що стосується птахів, зокрема курей, роль шлунку виконує залозистий шлунок і м'язовий (жуйка), але сам залозистий шлунок функціонально подібний до однокамерного. Він виробляє ферменти для первинного розщеплення білків, але, основне механічне подрібнення корму відбувається в жуйці, де відсутні кислотні умови [8].

Таким чином, фізіологічна функціональність однокамерного шлунку у різних видів тварин тісно пов'язана з типом годівлі, розміром шлунку, характером секреції та наявністю допоміжних механізмів перетравлення [9].

Розуміння фізіології однокамерного шлунку має велике практичне значення і дозволяє ефективно діагностувати та лікувати хвороби шлунку (гастрити, виразки), оптимізувати раціони годівлі тварин, а також розробляти ветеринарні препарати, що враховують особливості шлункової секреції.

Висновки. 1.Однокамерний шлунок тварин є динамічною фізіологічною системою, яка забезпечує ефективне перетравлення корму.

2. Його функціонування залежить від нейрогуморальної регуляції, морфологічної будови та видоспецифічних особливостей.

3. Фізіологія шлунку моногастричних тварин має велике значення для ветеринарної медицини, годівлі тварин та фармакології за патології.

Література:

1. Мазуркевич А. Й., Трокоз В. О., Карповський В. І. та ін. Фізіологія сільськогосподарських тварин. К.: НУБіП України, 2014. 456 с.

2. Язловицька Л. С., Савчук Г. Г. Фізіологія людини і тварин: навч. посіб. Чернівці : ЧНУ Рута, 2019. 215 с.

3. Іванов В. О., Костюк В. К., Самойлюк В. В. Морфологія сільськогосподарських тварин : навч. посібник. Київ : Олді, 2020. 192 с.

4. Кузьмак М. І., Філь В. М. Фізіологія людини і тварин : навч. посіб. Дрогобич : Вид. від. ДДПУ ім. Івана Франка, 2014. 326 с.

5. Дерев'янко І. Д. Фізіологія сільськогосподарських тварин : підручник та практикум. В 2 – х томах. Київ : ЦУЛ, 2019. 824 с.

6. Дерев'янко І. Д., Карповський В. І., Трокоз В. О. Фізіологія тварин (з основами анатомії): посібник для вивчення курсу. Київ : НАУ, 2004. 136 с.

7. Кузьмак М. І., Філь В. М. Фізіологія людини і тварин : навч. посіб. Дрогобич : Вид. від. ДДПУ ім. Івана Франка, 2014. 326 с.

8. Мазуркевич А. Й., Карповський В. І. та ін. Фізіологія тварин. К.: НУБіП, 2010. 450 с.

9. Клінічна фізіологія: підручник / В.І. Філімонов, Д.І. Маракушин, К.В. Тарасова та ін. 2-е видання. Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2022. 776 с.

ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНІ ЗАХОДИ ШЛУНКОВО-КИШКОВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ПОРОСЯТ ПРИ ВІДЛУЧЕННІ

Смоляк В.В., кандидат ветеринарних наук, доцент
Заклад вищої освіти „Подільський державний університет”,
Кам’янець-Подільський, Україна

Вступ. Аналіз сучасного стану виробництва м’ясної продукції свідчить, що швидке нарощування його темпів неможливе без інтенсивного розвитку всіх видів тварин та птиці і особливо традиційної в Україні галузі свинарства.

Однією із головних причин, які стримують розвиток тваринництва та знижують якість продукції є різні захворювання тварин, серед яких найбільше поширення мають шлунково-кишкові розлади з ознаками діареї. Ці захворювання задають господарствам значні економічні збитки внаслідок затрат на лікування та загибелі частини хворого молодняку (20-50% тварин) [1]. Перехворілий молодняк втрачає свій природний генетичний потенціал і такі тварини в подальшому відстають у рості і розвитку, та не мають високої продуктивності [2].

Не дивлячись на значну кількість наукових праць, цікавість до цього захворювання не зменшується, оскільки рівень захворюваності на шлунково-кишкові захворювання не знижується, а навпаки – має тенденцію до зростання. Досвід показує, що ефективність лікування хворих на катаральний гастроентерит тварин залежить від багатьох чинників. При цьому в першу чергу слід враховувати особливості етіологічних факторів в господарстві, та застосування обґрунтованої комплексної патогенетичної терапії з використанням сучасних високоефективних лікарських препаратів.

Основною метою нашої роботи було вивчення особливості лікування шлунково–кишкових захворювань поросят з симптомом діареї при відлученні у ФГ „Агро- ПММ” Вінницького району Вінницької області”.

Враховуючи актуальність даного питання, при виконанні роботи перед нами ставились такі завдання:

1. Провести діагностику шлунково-кишкових захворювань поросят в господарстві.
2. Вивчити ефективність дії ципрофлоквету в комплексній терапії, при лікуванні шлунково-кишкових захворюваннях у поросят.
3. Провести біохімічні та морфологічні дослідження крові поросят і встановити їх зміни при шлунково-кишкових захворюваннях.

Матеріали та методи. Робота виконувалась на кафедрі нормальної та патологічної морфології і фізіології, та в ФГ „Агро- ПММ” Вінницького району Вінницької області.

Матеріалом при виконанні роботи були, молодняк свиней на дорощуванні, тваринницькі приміщення, та корми.

Проводили гематологічні дослідження, які включали, визначення кількості гемоглобіну, кількості еритроцитів і лейкоцитів та виведення лейкограми, за загальноприйнятими методиками.

Вивчали ефективність двох комплексних схем терапії поросят, хворих на катаральний гастроентерит. Для цього по принципу груп аналогів були сформовані дві групи поросят на дорощуванні віком 1,5-2 місяці живою масою 18-30 кг з гострим перебігом катарального гастроентериту,. Догляд, утримання і годівля тварин дослідних груп були однакові.

Для проведення досліду використовували такі препарати: ципрофлоквет. 10%-ний розчин, амоксицилін 15%-на суспензія, інтровіт, і відвари лікарських трав – звіробою і деревію.

Результати та обговорення. Катаральний гастроентерит – захворювання полі етіологічне, і виникає, як правило, внаслідок комбінованого впливу на організм несприятливих факторів довкілля. Первинний процес виникає внаслідок порушень годівлі та утримання тварин. Провідними факторами при цьому є інтоксикація організму отруйними речовинами, що надходять з неякісним кормом, або утворюються в організмі внаслідок порушення травлення та обміну речовин. У молодняку – раптовий перехід з молочного типу годівлі на рослинний. У поросят при відлученні у 20 – 26-денному віці і згодовуванні їм сухих комбікормів, та дія на організм стрес–факторів. Причиною хронічного гастроентериту є тривале згодовування одноманітних грубих і недоброякісних кормів, неефективне лікування тварин при гострому перебігу хвороби.

Гастроентерит дуже часто розвивається при інфекційних та інвазійних хворобах [3].

На резистентність і реактивність поросят групи дорощування впливає годівля супоросних і підсисних свиноматок, умови проведення опоросу, утримання поросят-сисунів, технологія їх відлучення, умови утримання та годівлі.

Проведені біохімічні дослідження сироватки крові показали, що в середніх показниках загального білка, неорганічного фосфору і резервної лужності у підсисних свиноматок господарства відповідають існуючим нормативам, але у окремих свиноматок вони були нижче норми, що без сумніву, негативно впливає на якість молозива і стан здоров'я поросят-сисунів.

У господарстві поросят-сисунів вирощують разом із свиноматками в окремих секціях і станках, з системою локального обігріву поросят, що забезпечує їм оптимальний мікроклімат і утримання в цілому. У 28-денному віці поросят відлучають від свиноматок і переганяють в окреме приміщення для дорощування, де їх утримують в клітках по 25-30 голів. Годують сухим комбікормом з вільним доступом до води. Результати біохімічних досліджень сироватки крові поросят на дорощуванні свідчать про достатній рівень обмінних процесів в організмі тварин

Для виключення інфекційних захворювань проводились бактеріологічні дослідження пат матеріалу взятого від трупів загинувши тварин. Цими

дослідженнями інфекційна природа шлунково-кишкових захворювань не підтверджувалась.

Внаслідок проведених комплексних досліджень вважаємо, що поросята в господарстві хворіють на катаральний гастроентерит. Основними етіологічними чинниками цього захворювання в господарстві є порушення годівлі та утримання поросят. Провідними факторами при цьому є раптовий перехід з молочного типу годівлі на рослинний. Всі ці чинники знижують природну резистентність поросят і в таких умовах умовно-патогенні мікроорганізми, кількість яких в приміщенні збільшена, спричинюють виникнення запалення в органах харчотравлення з наступним розвитком катарального гастроентериту.

При виконанні роботи була вивчена ефективність двох комплексних схем, при лікуванні катарального гастроентериту. З цією метою були сформовані дві групи поросят, хворих на гострий катаральний гастроентерит. Діагноз на катаральний гастроентерит ставили на основі клінічних обстежень. У хворих тварин відмічали пригнічений стан, зниження апетиту, спотворений смак, підвищену спрагу, тварини більше лежали, заривалися в підстилку, перистальтику кишок чути на відстані, запор змінювався проносом, кал ущільнений або рідкий з домішками газів, слизу, крові; температура тіла підвищена на 1–2°; пульс частий, малого наповнення, тони серця послаблені, відмічалась іноді задишка, ціаноз кінчиків вух, рильця, анемічність слизових оболонок. прискорення частоти дихання, Хворих тварин переводили в окремі сухі чисті клітки, покращували їм догляд і годівлю. Впродовж лікування хворі знаходилися під постійним наглядом.

Контроль за станом хворих тварин на час лікування здійснювали за допомогою клінічних спостережень, які доповнювалися лабораторним аналізом крові, де визначали рівень гемоглобіну, підраховували кількість еритроцитів, лейкоцитів і виводили лейкограму. Ці дослідження проводили на початку лікування і після клінічного одужання.

При гематологічних дослідженнях у хворих на катаральний гастроентерит тварин виявляли помірний нейтрофільний лейкоцитоз з простим регенеративним зрушенням ядра вліво, що є характерним для запальних процесів з доброякісним перебігом. Крім того, у хворих поросят виявлено зниження на 9-20% рівня гемоглобіну і на 5-15% - еритроцитів.

При повторному гематологічному дослідженні, яке проводили після лікування, коли клінічні симптоми катарального гастроентериту, зникали, більшість показників морфологічного дослідження крові приходили до норми, що свідчить про одужання тварин.

Першу групу поросят лікували амоксициліном 15%-ною суспензією, та інтровітом, другу групу –10%-розчином ципрофлоквету і інтровітом, Крім цих препаратів, поросятам двох груп випоювали відвар звіробою і деревію

Проведенні дослідження показали, що ефективність лікування залежить в значній мірі не тільки від вибору антибіотиків. Важливе значення при цьому має одночасне застосування засобів патогенетичної та замінної терапії, зокрема,

препарати, які необхідні для нормалізації обміну речовин, стимуляції захисних сил організму,

Терапевтична ефективність схеми лікування, яка включала амоксицилін, складала 90%, а лікування тривало в середньому 7 днів. У цій дослідній групі повне одужання наступило у 18 поросят із 20, двоє поросят загинуло. Але більш ефективним було лікування в другій групі в якій застосовували 10%-розчин ципрофлоквету,і інтровіту.

Висновки. На основі проведених досліджень рекомендуємо для широкого впровадження, лікування катарального гастроентериту поросят, 10%-розчин ципрофлоквету, інтровіту і відвар звіробою та деревію.

З метою профілактики шлунково –кишкових захворювань серед поросят необхідно дотримуватись зоогігієнічних норм вирощування молодняку, та підвищення його загальної резистентності.

Література

1. Внутрішні хвороби тварин: підручник / В.І. Левченко та ін. Біла Церква. 2015 ч 2. 610с.
2. Криштофорова Б. В., Лемещенко В. В., Стегней Ж. В. Біологічні основи ветеринарної неонатології. Сімферополь: «Редакція газети Терра Таврика», 2007. 367с.
3. Хвороби свиней: навч. посібн. / В. І. Левченко та ін. Біла Церква, 2005.168 с.

Секція 4. Зміна клімату та екосистеми

Section 4. Climate change and ecosystems

EFFICIENCY OF HIGH-PROTEIN SUPPLEMENT USE IN DAIRY CATTLE FEEDING UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS

Prusova G.L., PhD in Agricultural Sciences, Senior Research Fellow
Tkachova I.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Petrash V.S., PhD in Agricultural Sciences, Senior Research Fellow
Tkachov A.V., Doctor of Philosophy
Petrash V.V., PhD student
Livestock Farming Institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Introduction. Recent studies on the physiology of cow nutrition show that animals that have experienced a significant excess of thermal stress have a negative nitrogen balance, mainly due to reduced feed intake [1-2]. Nitrogen deficiency can be compensated by increasing the protein content in the dry matter of the diet. At the same time, such an increase is significantly limited by the inability of rumen microorganisms to quickly process soluble crude protein that has been supplied with dietary components to the cow's rumen into microbial protein, and the resulting excess nitrogen leads to its absorption into the bloodstream, which negatively affects metabolism, dry matter intake and milk production [3-5]. This means that the solution to increasing the intake of protein in the body of a dairy cow lies not in the plane of physical quantity, but rather in the plane of dietary protein quality and, in particular, its solubility in the rumen. In most modern protein nutrition systems, when determining the protein requirement of animals, the amount of protein that is broken down in the small intestine and defined as the sum of the breakdown and non-breakdown protein fractions in the rumen is not taken into account. This approach to protein nutrition of high-yielding cows is based on providing the animal body with easily soluble nitrogen compounds of feed protein and non-protein nitrogen sources based on the proteolysis of microbial protein and feed protein [6].

Given the research relevance, the research aims to determine the peculiarities of metabolism and delivery of various forms of protein and energy to the body in the diets of highly productive cows in the second half of lactation under different climatic conditions.

Materials and methods. The scientific and economic experiment on high-yielding cows of the Ukrainian Red and White dairy breed, considering productivity, with an average live weight of 550-600 kg in the second, third and fourth lactations. Control and experimental groups of 70 cows were formed. During the experiment (243 days), the control group was fed a basic diet with the addition of sunflower meal, and the experimental group - a basic diet with the addition of TEP-mix. The diets of both groups were balanced so that the concentration of the main nutrients was as similar as possible, with a difference of 1% to 3%. The difference was in the use of a traditional protein supplement in the control group - sunflower meal with a low degree of protein protection (15.2%) against rumen degradation, and in the experimental group - a high-energy protein supplement TEP mix with a high degree of protein protection (65.3%).

During the experiment, the following parameters were determined: actual chemical composition and nutritional value of feed; actual feed consumption - daily, by conducting control feeding during two adjacent days, to determine the difference between the specified amount of feed and its residues in the context of each group; level of milk production of cows - monthly, by conducting control milking with subsequent selection of average milk samples to determine its quality. Milk was analysed for chemical composition, nutritional and energy value, and physical and technological properties using a Bentley-150 device, and the content of somatic cells in milk was determined using a Somacaunt 150 device using the flow cytometry method.

Results and discussion. It was found that an increase in the non-degradable protein fraction in cow diets by 10.35% in January-March at an average air temperature of +7 °C increased the average milk yield of cows by 9.1%. Thus, at the beginning of the experiment, cows in the control group had an average milk yield of 19.6 kg of milk (with an average fat content of 3.93% and protein content of 2.98%), and in the experimental group - 19.6 kg of milk (with an average fat content of 3.93% and protein content of 3.01%). This means that there was no difference between the average milk yield and fat in the experimental and control groups and minimal and unreliable difference in protein. During the 83 days of the first stage of the experiment, the daily productivity of cows in the control group increased by only 0.2 kg. In the experimental group, the daily productivity of cows increased by 1.80 kg (9.1%). At the same time, there was a tendency to increase both protein and fat in milk.

In the second stage of the study, from 26 March to 26 May (60 days), with a gradual increase in the average air temperature to +21°C, the effect of experimental feeding became even more significant. Feeding a diet with a 10.35% higher degree of protection against protein breakdown in the rumen was found to increase the milk yield of each cow in the experimental group by another 1.5 kg of milk, while in the control group, this figure decreased by 1.1 kg. On average, during the second stage of the study, the cows of the experimental group produced 4.4 kg more milk, or 23.5% more.

The productive effect of the experimental feeding was even more pronounced at the third stage of the research when the air temperature rose to +24.5°C - +36.4°C. Thus, within 60 days of the experimental stage, the average milk yield of each cow increased by 1.3 kg of natural milk, while in the control group, this figure decreased by 2.3 kg. The amount of fat and protein in the milk of cows in the experimental group also increased by 0.14% and 0.06%, respectively, while in the control group, the fat content in milk increased by only 0.08% and the protein content decreased by 0.03%. Thus, the productivity of cows in terms of basic fat content in the experimental group increased by 2.64 kg, and in the control group - decreased by 2.2 kg.

The analysis of the results of the study by groups of cows shows that the amplitude of milk yield fluctuations in the control group animals was 9.2 kg (max-min), while in the experimental group animals it decreased to 6.0 kg. The amplitude of fat and protein fluctuations in the groups was almost the same. The obtained results prove that cows respond positively and significantly to changes in protein nutrition by

increasing the level of non-degradable protein in the diet by adding TEP-mix to the basic diet.

The high difference in productivity between the control and experimental groups at the third stage of the study proved that the degree of resistance to heat stress also increases with increasing temperature. This fact can be explained by the stabilisation of metabolism in the body in general and a decrease in the intensity of protein fermentation in the rumen. During the stressful period of high ambient temperature, the organism of the experimental animals was better supplied not only with protein but also with energy. This is caused by the use of less energy for the digestion of non-digestible protein and, in addition, an increase in the flow of amino acids absorbed into the intestine contributes to the use of their share for energy purposes. That is why the energy supply of cows during heat stress with the use of TEP-mix in the diet was more significant, aimed at the synthesis of additional milk. At the same time, the increase in the amount of milk was not accompanied by losses in its quality (in terms of fat and protein mass fraction). Thus, it can be argued that the use of specific protein feed sources that regulate the level of non-degradable protein in the diet can be considered a factor in counteracting heat stress and increasing milk production of dairy cows throughout the physiological cycle of lactation, including in extreme conditions of high temperatures.

In the course of scientific and production testing, the high efficiency of using the high-protein additive TEP-Mix in dairy cattle feeding under conditions of climate change, in particular, critical air temperatures, has been proven, which has resulted in an increase in average daily milk production, fat and protein content in the milk of experimental cows in both cold and warm seasons.

Conclusions. The use of specific protein feed sources that regulate the level of non-degradable protein in the diet can be considered as a factor in counteracting heat stress and increasing milk production of dairy cows throughout the physiological cycle of lactation, including in extreme conditions of high temperatures. It has been proven that the inclusion of high-protein feed additives with a high degree of protection against rumen breakdown in the diet of cows can increase average daily milk production by 9.1% in the cold season (0-10°C) and by 28.0% in the summer (21-36.4°C). In addition, cows treated with the high-protein feed additive TEP-mix increased the fat and protein content in milk.

It has been determined that an increase of protein protected from rumen decomposition by 10.35% in the feed ration of dairy cattle helps to reduce the effect of heat stress on the animal body, which is reflected in an increase in milk production and improvement of milk quality. The high difference in productivity between the control and experimental groups at the third stage of the study proved that the degree of resistance to heat stress also increases with increasing temperature. This fact can be explained by the stabilisation of metabolism in the body in general and a decrease in the intensity of protein fermentation in the rumen.

References

1. Becker, C.A., Collier, R.J., & Stone, A.E. (2020). Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 6751-6770. doi: 10.3168/jds.2019-17929.

2. Borshch, O.O. (2021) The inuence of genotypic and phenotypic factors on indicators of cow comfort. *Animal Husbandry Products Production and Processing*, 2, 7-20. doi: 10.33245/2310-9289-2021-166-2-7-20.

3. Fontoura, A.B.P., Javaid, A., De La Maza-Escolà, V.S., Salandy, N.S., Fubini, S.L., Grilli, E., & McFadden, J.W. (2022). Heat stress develops with increased total-tract gut permeability, and dietary organic acid and pure botanical supplementation partly restores lactation performance in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(9), 7842-7860. doi: 10.3168/jds.2022-21820

4. Gauly, M., & Ammer, S. (2020). Review: Challenges for dairy cow production systems arising from climate changes. Animal, 4(1), 196-203. doi: 10.1017/S1751731119003239

5. Skliarov, P., Kornienko, V., Midyk, S., & Mylostyvyi, R. (2022). Impaired reproductive performance of dairy cows under heat stress. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 87(2), 85-92

6. Garner, J.B., Williams, S.R.O., Moate, P.J., Jacobs, J.L., Hannah, M.C., Morris, G.L., Wales, W.J., & Marett, L.C. (2022). Effects of heat stress in dairy cows offered diets containing either wheat or corn grain during late lactation. *Animals*, 12(16), article number 2031. doi: 10.3390/ani12162031

ADAPTATION OF LIVESTOCK PRODUCTION TECHNOLOGIES UNDER ENVIRONMENTAL THREATS

Tkachova I.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Tkachov A.V., Doctor of Philosophy
Lamieiko O.V.

Livestock Farming Institute of NAAS of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Introduction. Global warming is an indisputable fact of the current stage of Earth's development. All scenarios of global climate change point to the development of warming and differ in the magnitude of the expected temperature increase [1-2]. The most likely increase in air temperature will be 1.1-1.2°C (by 2030) and 3.0-5.8°C by the end of the century. For the Northern Hemisphere, the projected increase is 4.0-5.0°C. One of the most vulnerable areas of human activity to environmental threats is agricultural production, which, on the one hand, is a source of significant greenhouse gas emissions - one of the causes of global warming - and, on the other hand, is most affected by its consequences [3]. Ukraine has high positions in the world in many sectors of agricultural production. However, environmental threats can cause

transformation of the majority of climatic and agricultural zones of Ukraine and make adjustments to the development of the agricultural sector. Therefore, there is a need to adapt production technologies, study changes and forecast relevant scenarios for their development [4]. Along with this, the issue of developing priorities and measures (state policy and actions at the level of individual production units) to adapt all sectors (including agriculture) of the national economy of Ukraine to the above-mentioned global environmental threats also needs to be addressed.

Materials and methods. The research was conducted by analyzing information sources, international environmental strategies and observations of livestock enterprises with different technological elements.

Results and discussion. It is known that high air temperature can increase animal mortality due to heat stress and other phenomena. To overcome the stress of temperature changes, animals need to regulate their metabolism, which can lead to a decrease in production. Due to climate change, animals show adaptive properties: their body area decreases, respiration and sweating rates increase, and food consumption decreases. The ever-increasing heat stress can lead to a reduction in feed consumption of up to 35%. Even on farms that have artificial air cooling systems, the rate of reduction in feed intake by cows is 10 to 15%. 40-50% of the decrease in productivity due to heat stress is due to the factor of reduced animal consumption of dry matter, and the rest is due to factors related to thermal regulation.

Heat stress negatively affects the state of scar digestion. The acceleration of the respiratory rate of cows under heat stress causes an increase in the excretion of CO_2 from the body, which in turn is accompanied by a decrease in the intake of bicarbonate in the stomach with saliva and an increase in its excretion in the urine. This disorder ultimately causes acidosis in cows, as well as an increase in the proportion of concentrates in the cow's diet, which is most often practiced in connection with a decrease in the consumption of dry matter in response to heat stress. Heat stress causes an increase in the activity of antioxidant enzymes, which leads to the production of antioxidants and oxidative stress. Heat stress disrupts the function of the immune system of cattle, especially non-native breeding, which also negatively affects reproductive function, productivity and productive longevity. It is assumed that infections such as mastitis may become more common due to climate change.

In addition to a decrease in milk production, there is a decrease in the content of fat and protein in milk, and its technological qualities deteriorate. The ambient temperature of +22°C with air humidity fluctuations from 20 to 90% is considered thermo neutral for the cow's body (when the body temperature and heat production from the animal's body are kept at the level of the physiological norm). At the same time, as the air temperature rises by every 2 degrees, the humidity parameters decrease. Thus, the threshold of thermal neutrality at a temperature of +26°C in relation to air humidity is only 20-30%. And at temperatures from +28°C to +40°C, animals at any humidity have heat stress of varying severity. With a combination of high air temperature (+38-40°C) and air humidity of 90-100%, the body is unable to perform thermoregulation functions and dies. Metabolic disorders caused by heat stress lead to joint problems, laminitis, alkalosis, ketosis, and liver lipidosis. Oxidative stress can

play a role in some pathological conditions that affect animal productivity and vital activity.

For pigs, heat stress is even more problematic. For example, for young fattening pigs weighing more than 50 kg and adult pigs, an increase in air temperature above 20°C begins to negatively affect the body. The thermo neutral temperature range for gestating and lactating sows is +12-20°C. Heat stress at a temperature increase from +18°C to +27°C is accompanied by an almost twofold decrease in the arrival of sows in the state of sexual activity, and also reduces their fertility and multiplicity, increases the embryonic mortality of piglets and reduces their live weight at birth and weaning.

Climate change can affect the spatial distribution of pests and animal disease vectors, such as mosquitoes and ticks. Therefore, it is likely that a number of diseases associated with them will spread, such as bluetongue, equine encephalitis, etc. According to the *Intergovernmental Panel on Climate Change* [5], pathogenic systems in livestock are likely to change their boundaries due to climate change. Temperate regions may become more suitable for tropical livestock-borne diseases, and wild bird migration will contribute to the spread of the avian influenza virus gene pool.

While some animal species may undergo some evolution due to global climate change, this is unlikely to be enough to mitigate the effects of these changes.

The interaction of livestock production with ecosystems is complex and depends on the location and methods of management. Most traditional livestock production systems are resource-based, as they use locally available resources that have limited alternative uses. In economic terms, these are resources that have a low opportunity cost. Examples of such resources include crop residues and vast pastures that are not suitable for cultivation of crops or other uses. At the same time, mixed farming systems traditionally raise livestock, which often provide valuable inputs for crop production, leading to close integration of the two sectors. At the same time, agriculture itself is one of the most important sources of greenhouse gas emissions. Even without taking into account land use, its changes and fuel consumption by agricultural transport, the sector is responsible for 20% of greenhouse gas emissions. Existing technologies for manure harvesting, processing and storage have different impacts on environmental pollution, in particular, harmful emissions of CO_2, CH_4, N_2O and NH_3.

In order to reduce emissions of harmful gases into the atmosphere and improve the quality of organic fertilizers, it is advisable to use bedding for animal husbandry, and to use specially coated storage facilities for storing manure and its products, and to introduce more widely the technology of manure processing in anaerobic conditions with subsequent production of heat and electricity from biogas. To reduce ammonia emissions, various manure additives need to be tested and their effectiveness evaluated for further implementation in production. The choice of manure utilization technologies for a particular production facility should be based on a comprehensive technical and economic assessment, taking into account the natural and climatic features of the facility's location, the quantity and quality of livestock and crop production, fertilizers produced, and the negative impact on the environment.

Annual emissions under the baseline scenario of the *Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2030* [6] will amount to 63.6% in 2030 under the baseline scenario

or 80% under the optimistic scenario of economic development. Similar figures for agriculture will be 77.4% to 133.6% in 2030. The development of anti-stress systems and feed rations, the use of ruminant proteins protected from rumen breakdown (bay-pass), the regulation of the stability and content of rumen microflora, the development and use of anti-stress and multi-product probiotics in pig and poultry farming significantly increase the efficiency of feed protein utilization and reduce unproductive losses due to methane emissions. Reducing methane emissions from livestock waste disposal and treatment systems is seen in the introduction of biogas production technologies. Such technologies are being implemented quite effectively and intensively around the world. In Ukraine, however, this problem is being solved very slowly.

Conclusions. A promising path for the development of the agricultural sector should simultaneously increase the resilience and productivity of the livestock sector in the face of climate change and reduce its negative impact on the global climate system. To mitigate the environmental impact of livestock production and guarantee the sustainable contribution of the sector to food security, government regulation measures are needed. Generalized adaptation measures in the livestock sector:

- Development of innovative technologies for keeping animals with improved ventilation and other elements that maintain a stable indoor microclimate, development of standard and modular farms taking into account the climatic characteristics of the regions;
- Breeding strategy to develop animal breeds that are more resistant to heat stress, new diseases and their vectors;
- Monitoring the health status of farm animals, and, if necessary, strengthening the limited use of antibiotics, new feeds, food additives and treatments;
- Improving the feed base and increasing the efficiency of nutrient absorption from feed, taking into account the forecast of their composition under climate change;
- Increasing the diversity of local forages, using local forages with high protein content;
- Increasing the efficiency of nutrient absorption, taking into account the forecast of the composition of the feed base in the context of climate change, determining the need for additional nutrition;
- Replacing a part of concentrated feed with bulk feed by improving its quality (optimizing the timing of grass harvesting, canning), using concentrate feeds containing “bypass” proteins and starch in ruminant feeding;
- Restricting agricultural traffic to reduce the risk of soil compaction As an alternative to mechanical means of transportation, it is advisable to use horse-drawn vehicles, especially on organic farms;
- Improving the efficiency of water collection, supply and use and, in general, water management for the needs of intensive livestock production;
- Optimization of the land use structure in the organization of pastures and hayfields to reduce the impact of new diseases and their vectors, increase their resistance to extreme weather conditions, including the use of a mixed land use structure with areas of forest vegetation, the possibility of growing vegetables, etc;

- Improving the organization of grazing, providing pastures with artificial and natural sun protection, and limiting grazing during wet periods;
- Improving the efficiency of water collection and supply and water management for the needs of pasture livestock;
- Improvement of manure removal and utilization systems and technologies aimed at reducing greenhouse gas emissions into the atmosphere;
- Expansion of sown areas with more drought-resistant and high-yielding crops, ensuring intensification and stability of fodder production (perennial grasses - at least 10-15% in the structure of crops);
- Optimization of the ratio of winter and spring crops, as well as changing the timing of sowing spring crops to earlier and winter crops to later to better utilize moisture resources and create a stable fodder base.

References

1. Gillett, N. P., V. K. Arora, G. M. Flato, J. F. Scinocca, and K. von Salzen, (2012). Improved constraints on 21st-century warming derived using 160 years of temperature observations. Geophysical Research Letters, 39, 5, doi:10.1029/2011GL050226

2. Melillo, Jerry M., Terese (T.C.) Richmond, and Gary W. Yohe, Eds., (2014). Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment. U.S. Global Change Research Program, 841 pp. doi:10.7930/J0Z31WJ2

3. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

4. Kernasiuk, Yu.V. (2021). Hlobalna klimatychna kryza ta yii vplyv na rozvytok ahrarnoho sektoru ekonomiky Ukrainy [Global climate crisis and its impact on the development of the agricultural sector of the Ukrainian economy]. Ekonomika APK, 9, pp. 91-101. doi:10.32317/2221-1055.202109091

5. Harrabin R. (2021). Climate change: Science failed to predict flood and heat intensity. URL: https://www.bbc.com/news/science-environment-57863205

6. Energy Strategy of Ukraine until 2030. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 18, 2017, No. 605-r, Kyiv

MONITORING OF BACTERIAL ECOSYSTEM ON POLYETHYLENE TEREPHTHALATE

Tkachuk N.V.[1], PhD, Associate Professor
Zelena L.B.[2], PhD, Senior Research Fellow
Novikov Ya.Ye.[1], Postgraduate Student
[1]T.H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium", Chernihiv, Ukraine
[2]Danylo Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The environment is saturated with plastic, the large-scale production of which dates back to the 1950s [1]. Humanity is only beginning to understand the consequences of global dependence on plastic. The very thing that makes plastic useful also makes it harmful: its durability [2]. One of the highly degradation-resistant plastics is polyethylene terephthalate (PET). The purpose of this work was to evaluate microbial biofilms on polyethylene terephthalate.

Polyethylene terephthalate is plastic that occurs in groundwater, drinking water, soils and sediments [3]. In Ukraine, in 2018, out of 203,700 tons of PET bottles that became waste, only 50,000 tons went to waste processing enterprises (about 25%), the other 75% were buried in landfills [4]. In addition, a significant part of the used PET bottles does not end up in landfills, but in natural ecosystems due to the low level of environmental awareness and education of the population [5]. In many countries, including Ukraine, only 10% of polymer waste (of which PET accounts for 25%) is recycled, while the rest is composted in landfills or accumulates in local landfills and unauthorized dumps [6].

There is a limited number of microorganisms capable of PET degradation [7-9], but still biodegradation is considered the most acknowledged and eco-friendly technique of PET disposal waste [3]. A kind of plastisphere is formed on the surface of plastics - a community of microorganisms, the composition of which is diverse and different from the surrounding plankton community [10]. Biofilms of microorganisms are important for polymer degradation processes [11-12]. Microbial interactions in biofilms formed on surfaces are of particular importance: both symbiotic and antagonistic. In particular, attention should be focused on studies of interactions with representatives of the genera *Bacillus* [13] and *Streptomyces* [14], since factors that contribute to the formation of biofilms on the surface of PET will also contribute to the biodegradation of this material, and vice versa, factors that disrupt the processes of biofilm formation will interfere biodegradation processes.

The climate changes might affect the quantitative and qualitative composition of the plastisphere as well as alter the functional relationships between microorganisms. Thus, it is important to study existing interactions between microorganisms in the plastisphere and monitor the possible ways of their variability under climate changes.

References

1. Zhang M., Hou J., Xia J., Wu J., You G., Miao L. Statuses, shortcomings, and outlooks in studying the fate of nanoplastics and engineered nanoparticles in porous media respectively and borrowable sections from engineered nanoparticles for nanoplastics. *Sci. Total. Environ.* 2024. Vol. 915. P. 169638. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169638

2. Verma R., Vinoda K. S., Papireddy M., Gowda A. N. S. Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*. 2016. Vol. 35. P. 701-708. DOI: https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.07.069

3. Dhaka V., Singh S., Anil A. G., Sunil Kumar Naik T. S., Garg S., Samuel J., Kumar M., Ramamurthy P. C., Singh J. Occurrence, toxicity and remediation of polyethylene terephthalate plastics. A review. *Environ. Chem. Lett.* 2022. Vol. 20, No. 3. P. 1777-1800. DOI: https://doi.org/10.1007/s10311-021-01384-8

4. Буряк О. М., Кириченко А. Ю. Створення пунктів прийому ПЕТ-пляшок для удосконалення процесу управління відходами в Україні. *Підприємництво та бізнес-адміністрування* : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 01–28 лютого 2020 р. / [редкол. : П. Т. Бубенко, О. Ю. Палант, С. Ю. Юр'єва] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова [та ін.]. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. С. 15-19. URL: https://science.kname.edu.ua/images/dok/konferentsii/2020konf/02_20__.pdf

5. Лукаш О. В. Стихійні сміттєзвалища в околицях сільських населених пунктів Чернігівщини: вплив на природні екосистеми та соціальний аспект проблем. Формування стратегії поводження з відходами в умовах децентралізації влади: проблеми та перспективи реалізації на рівні місцевих громад: збірка матеріалів національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології» (10-11 листопада 2015 р., м. Київ). Центр екологічної освіти та інформації, Київ, С. 66-68.

6. Єфремова О., Іванішена Т., Іщук Т., Трухіна О., Єфремова Ю. Сучасний стан поводження з полімерними відходами. Вісник Хмельницького національного університету. 2022. No5. С. 26-31. https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2022-313-5-26-31

7. Yoshida S., Hiraga K., Takehana T., Taniguchi I., Yamaji H., Maeda Y., Toyohara K., Miyamoto K., Kimura Y., Oda K. A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). *Science.* 2016. No. 351. P. 6278. DOI: https://doi.org/10.1126/science.aad6359

8. Vague M., Chan G., Roberts C., Swartz N. A., Mellies J. L. *Pseudomonas* isolates degrade and form biofilms on polyethylene terephthalate (PET) plastic. *bioRxiv*. 2019. DOI: https://doi.org/10.1101/647321

9. Chen Zh., Wang Y., Cheng Y., Wang X., Tong S., Yang H., Wang Z. Efficient biodegradation of highly crystallized polyethylene terephthalate through cell surface display of bacterial PETase. *Science of The Total Environment.* 2020. Vol. 709. P. 136138. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136138

10. Rogers K.L., Carreres-Calabuig J.A., Gorokhova E., Posth N.R. Micro-by-micro inretactions: How microorganisms influence the fate of marine microplastics.

Limnology and Oceanography Letters. 2020. Vol. 5. P. 18-36. DOI: https://doi.org/10.1002/lol2.10136

11. Oberbeckmann S., Osborn A.M., Duhaime M.B. Microbes on a bottle: Substrate, season and geography influence community composition of microbes colonizing marine plastic debris. *PLoS One.* 2016. Vol. 11, No. 8. e0159289. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159289

12. Auta H.S., Emenike C.U., Fauziah S.H. Screening of *Bacillus* strains isolated from mangrove ecosystems in Peninsular Malaysia for microplastic degradation. *Environ. Pollut.* 2017. Vol. 231(Pt 2). P. 1552–1559. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.09.043

13. Tkachuk N., Zelena L. The Impact of Bacteria of the Genus *Bacillus* upon the Biodamage/Biodegradation of Some Metals and Extensively Used Petroleum-Based Plastics. *Corros. Mater. Degrad*. 2021. Vol. 2. P. 531–553. DOI: https://doi.org/10.3390/cmd2040028

14. Tkachuk N., Zelena L. Inhibition of heterotrophic bacterial biofilm in the soil ferrosphere by *Streptomyces* spp. and *Bacillus velezensis*. *Biofouling.* 2022. 38(9), 916–925. DOI: https://doi.org/10.1080/08927014.2022.2151362

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ПОШКОДЖЕННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ОСНОВНИМИ ХВОРОБАМИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ КОЛИВАНЬ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ ОДЕЩИНИ

Власенко С.В., аспірант
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
Одеса, Україна

Виробництво зерна пшениці озимої м'якої в значній мірі зосереджене в господарствах степової зони України, де ця культура займає провідне місце за площею посівів та показниками урожайності, виступаючи основною серед зернових культур регіону [1].

Одним із ключових детермінанто обмежувальним чинником у забезпеченні стабільної продуктивності пшениці озимої м'якої є не лише пошкодження її посівів шкідниками, заселення бур'янами, а також ураження рослин хворобами. Втрата врожаю від основних її хвороб становить 15–30%, а за сприятливих умов розвитку епіфітотій — до 50% і більше [2].

Патогенні організми пошкоджують пшеницю на всіх етапах її розвитку — від проростання насіння до збирання врожаю, а також мають подальший вплив в післяжнивний період. Дослідженнями встановлено, що строки сівби мають впливають на фітосанітарний стан посівів: ранні строки сприяють активному розвитку окремих хвороб, тоді як пізні — знижують інфекційне навантаження,

але погіршується зимостійкість рослин. У зв'язку з цим актуальним залишається вивчення агротехнічного заходу – строк сівби, з метою зменшення інфекційного фону та забезпечення оптимальної життєздатності рослин протягом усього періоду вегетації [3].

Сучасні інтегровані системи захисту озимої пшениці характеризуються багатокомпонентністю та використанням комплексу методів, спрямованих на екологічно безпечне обмеження фітопатогенів до рівня, що не перевищує економічного порогу шкодочинності [4].

У контексті сучасної концепції сталого землеробства особливу увагу привертає агротехнічний захід захисту, а саме строк сівби який поєднує ефективність, доступність та мінімальний вплив на навколишнє середовище, а також дає можливість в адаптації заходів захисту та догляду до конкретних агрокліматичних умов. Його наукове та практичне обґрунтування базується на здатності формувати несприятливі умови для розвитку шкідливих організмів шляхом регуляції агрофітоценозу [5].

В умовах інтенсифікації агровиробництва та кліматичних змін строк сівби як агротехнічний захід інтегрується в загальну технологію вирощування культури та є важливим елементом фітосанітарної стабільності агроекосистем. Сівба в оптимальні строки є ключовим чинником підвищення ефективності використання інвестиційних ресурсів, спрямованих на вирощування пшениці озимої м'якої, оскільки забезпечує формування високопродуктивних посівних площ, за умови загального сприятливого фітосанітарного стану [6]. Водночас досягнення оптимального фітосанітарного стану можливе лише за умов науково обґрунтованого вибору строків сівби, що сприятиме розвитку фізіологічно стійких, адаптованих до абіотичних та біотичних чинників, конкурентоспроможних щодо шкідливих організмів рослин, за таких умовах виникає асинхронність між фазами розвитку рослин-господарів і патогенів, що створює певні адаптивні переваги для культурної рослини, знижуючи ризики ураження й зменшуючи тиск патогенних компонентів [7].

Аналіз сучасних досліджень свідчить, що в посівний період та після його завершення ключовими абіотичними чинниками, які визначають ріст і розвиток рослин пшениці озимої м'якої, а також ініціюють процеси інфікування, поширення та прогресування фітопатогену, залишаються температурний режим і вологість середовища. Оптимальне або критичне співвідношення цих факторів впливає на інтенсивність взаємодії патогена з рослиною-господарем, швидкістю проникнення інфекції, тривалістю інкубаційного періоду, здатністю збудників до репродукції та рівнем ураження рослин. Інші кліматичні параметри — такі як вітер, атмосферний тиск, фотоперіод за рівнем освітлення — у більшості випадків виконують модулюючу функцію, коригуючи дію основних факторів або виявляють самостійний вплив лише на окремих етапах життєвого циклу патогену [8]. У контексті змін клімату актуальність дослідження цих взаємозв'язків значно зростає, оскільки нестабільність погодних умов посилює фітосанітарні ризики та ускладнює прогнозування проявів хвороб.

Дослідження виконано в період 2023 - 2025 років на дослідному полі Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично-орієнтованого сільського господарства НААН України, яке розташоване в Одеському районі Одеської області.

У досліді вивчалися перспективні сортів пшениці озимої м'якої (Катруся одеська, Довіра одеська, Гейзер, Пейзаж, Громада, Вагома), оригінатором яких є Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення (м. Одеса), сорти мають диференційований рівень продуктивності та варіабельність у стійкості до основних хвороб, попередник – пар чорний. Посів проводився у чотири терміни: 25 вересня, 5, 15, 25 жовтня. Спостереження та розвиток основних хвороб пшениці озимої здійснювали протягом вегетаційного періоду культури.

У дослідженні використовували стандартну та апробовану методику, що відповідає загальновизнаним науковим підходам. Інтенсивність ураження, або ступінь розвитку патологічного процесу, що є кількісною характеристикою фітопатологічного стану рослин, визначали візуально оцінюючи частки ураженої площі вегетативних органів, що виражається у відсотках або за шкалою балів відповідно до прийнятої системи обліку [9].

Упродовж періоду досліджень серед патогенів, що мали суттєвий вплив на фізіологічний стан і розвиток рослин, за результатами фітопатологічного моніторингу було ідентифіковано борошнисту росу та септоріоз листя як домінуючі захворювання.

Згідно отриманих дослідних даних (табл. 1) найвищий рівень ураження борошнистою росою спостерігався при ранньому строку сівби — 25 вересня, що в середньому складає — 2,7 бала, Зі зміщенням сівби на пізніший строк рівень ураження зменшувався: 05.10 — 1,5 бала, 15.10 — 1,7, 25.10 — 1,7 бала. Тобто у порівнянні з першим строком пошкодження рослин було меншим на 55-63 %.

Таблиця 1. Інтенсивність ураження борошнистою росою сортів пшениці озимої м'якої залежно від строків сівби, бали (2023-2025 рр.)

Сорти	Строк сівби				Середнє за сортами
	25.09	05.10	15.10	25.10	
Катруся одеська	3	1	1	2	1,7
Довіра одеська	2	2	2	2	2
Гейзер	4	3	3	3	3,2
Пейзаж	3	1	2	1	1,7
Громада	2	1	1	1	1,2
Вагома	2	1	1	1	1,2
Середнє за строками сівби	2,7	1,5	1,7	1,7	
%, до строку сівби 25 вересня	100	55	63	63	

Таким чином, встановлено залежність в інтенсивності розвитку борошнистої роси від строку сівби — пізніші строки знижують ризик

інфекційного навантаження, за рахунок меншої вегетативної маси, а також створюються несприятливі умови для розвитку патогену. Порівнюючи сорти слід зауважити, що найменш уражені сорти Вагома та Громада мають пошкодження 1,2 бала в середньому, таким чином демонструють більшу стійкість до хвороби. Катруся одеська, Пейзаж, Довіра одеська проявили середню стійкість на рівні — 1,7–2 бала. Найбільше ураження мав сорт Гейзер — 3,2 бала, що свідчить про низьку стійкість до патогену за різних строків сівби.

Пошкодження сортів пшениці озимої м'якої септоріозом листя наведені в (табл. 2). Розвиток патогену значною мірою залежить від тривалості осінньої вегетації рослин, крім того м'який зимовий період із позитивними температурами сприяв активації патогену та його подальшому розвитку навесні.

Таблиця 2. Інтенсивність ураження хворобою Септоріоз листя сортів пшениці озимої м'якої залежно від строків сівби, % (2023-2025 рр.)

Сорти	Строк сівби				Середнє за сортами
	25.09	05.10	15.10	25.10	
Катруся одеська	25	10	10	10	13.70
Довіра одеська	10	10	10	10	10.00
Гейзер	50	25	25	25	31.25
Пейзаж	25	10	10	10	13.75
Громада	10	5	5	5	6.25
Вагома	10	5	5	5	6.25
Середнє за строками сівби	21.6	10.8	10.8	10.8	
%, до строку сівби 25 вересня	100	50	50	50	

Встановлено чітку залежність між строками сівби та рівнем ураження хворобою. Найвищу інтенсивність ураження спостерігали при строку сівби 25 вересня, що можна пояснити підвищеним ризиком ураження через довший період осінньої вегетації. Сівба в жовтневі строки (05.10–25.10) зменшила ураження на 50 %, рослини висіяні в ці строки мали менший період осінньої вегетації та менший розвиток листкової поверхні, що знизив їхній контакт із інфекційним середовищем та зменшив зараження патогеном. Також слід відмітити різну сортову реакцію на збудник хвороби – найменш ураженими були сорти Громада та Вагома по 6,25 %, що свідчить про високу стійкість до патогену незалежно від строку сівби, сорти Катруся одеська та Пейзаж показали помірну стійкість на рівні 13,7 %, натомість сорт Гейзер мав ураження 31,25 %, що було найвищим ураженням серед сортів.

Результати дослідження підтверджують суттєвий вплив строків сівби на фітосанітарний стан посівів пшениці озимої м'якої в умовах південного степу Одещини. Встановлено, що ранні строки сівби створюють більш сприятливі умови для розвитку основних патогенів — борошнистої роси та септоріозу листя. Через подовжену осінню вегетацію формується більша листкова маса, яка підвищує ступінь інфікування, а м'який зимовий період із позитивними

температурами, що спостерігається в останні роки, сприяє збереженню патогенів. Натомість пізніші строки сівби суттєво зменшують інфекційне навантаження, хоча можуть частково знижувати зимостійкість рослин залежно від погодних умов.

Серед вивчених сортів найменше ураження продемонстрували Громада та Вагома, що свідчить про їх високу стійкість до патогенів. Найбільш уразливим виявився сорт Гейзер, який до обох патогенів мав більшу схильність до ураження. Таким чином, оптимізація строків сівби у поєднанні з використанням стійких сортів є важливим інструментом зменшення фітопатогенних ризиків і підвищення ефективності вирощування пшениці в умовах змін клімату.

Література:

1. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України. Сучасний стан і перспективи розвитку галузі зернового виробництва в Україні / за ред. В.В. Мироненка. Харків, 2020. 196 с

2. Дудка І.О. Хвороби сільськогосподарських культур і методи їх контролю Київ: Центр учбової літератури, 2020. 312 с.

3. Козак В.В., Павленко А.П. Вплив строків сівби на розвиток хвороб озимої пшениці в умовах Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2020. № 66. С. 31–35.

4. Соловей І.Ю., Кривенко І.М. Сучасні підходи до інтегрованого захисту озимих культур від фітопатогенів. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 3. С. 17–23.

5. Лісовий М.П., Гордієнко Т.О. Вплив строків сівби на фітосанітарний стан агроценозу озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 11. С. 29–35.

6. Каленська С.М., Топіха І.І. Адаптивне землеробство: підручник. Умань. Видавець «Сочінський М.М.», 2020. 384 с.

7. Соловей І.Ю., Гордієнко Т.О. Взаємозв'язок строків сівби з розвитком фітопатогенів у агрофітоценозах озимої пшениці. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 8. С. 19–24.

8. Іванюк Г.М., Яковлєв С.В. Екологія фітопатогенів і абіотичні стресори у агроценозах. *Захист і карантин рослин*. 2021. № 69. С. 17–23.

9. Гавриленко С.М., Пилипенко В.І. Методи обліку та оцінки ураження рослин збудниками хвороб. *Захист і карантин рослин*. 2020. № 3. С. 37–41.

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ТРАНСФЕР СЕЛЕКЦІЙНИХ ІННОВАЦІЙ СІЛЬГОСПКУЛЬТУР В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Єгоров Д.К., доктор с.-г. наук, с.н.с.
Єгорова Н.Ю., кандидат екон. наук, с.н.с.
Реліна Л.І., кандидат біол. наук, с.н.с.
Бордун М.Д., молодший науковий співробітник
Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН, Харків, Україна

Вступ. В важких умовах бойових дій, попит на селекційно–насінницькі інновації дещо знизився, хоча має бути постійним і забезпечувати поступовий динамічний розвиток сільгосппідприємств, адже галузь насінництва виступає інноваційною основою зерновиробничого підкомплексу країни.

Також на даний час, в умовах зміни клімату, головною з причин, що гальмує інноваційний розвиток в аграрній сфері є низка побоювань та упереджень самих сільгоспвиробників, що зменшує ефективність впровадження селекційних інновацій у виробництво й як наслідок, призводить до відставання від провідних країн світу.

Нерівномірні опади, посухи, урагани, підтоплення- це наслідки взаємодії багатьох природних чинників [1, 2]. Як вказують експерти ООН, за останні десятиліття через вагоме підвищення температури, суттєво змінився клімат, адже на 70% почастішали посухи, а на 30 % - зливи.

І це все спостерігається на фоні стрімко зростаючих виробничих витрат на вирощування сільгоспкультур, на доведення зернової та олійної продукції до якості, яка повинна відповідати стандартам і потребам споживачів. Тому вагомим в таких складних умовах є постіний моніторинг ринку та своєчасне сортопоновлення сільгоспкультур з кращим генетичним потенціалом.

Матеріали та методи. Проведення досліджень з аналізу обсягів виробництва та реалізації насіння селекційних інновацій сільгоспкультур, моніторингу насіннєвого та зернового ринків основано на використанні діалектичного, абстрактно-логічного, монографічного, розрахунково-конструктивного, економіко-статистичного методів та ін. При обгрунтуванні економічної ефективності та окупності заходів впровадження інновацій, наукового супроводу проведено за допомогою матеріалів Білоусько В.С., Беленкової М.І., Білоусько Т.Ю. [1].

Результати та обговорення. Відомо, що Харківська область розташована на північному сході України. За площею вона займає 4 місце після Одеської, Чернігівської, та Дніпропетровської областей або 5,21% до України, з протяжністю 210 км з півночі на південь та 220 км зі сходу на захід. Адміністративно Харківська область поділяється на 27 районів. Тому в важких умовах бойових дій на їх території сьогодні, як ніколи галузь насінництва постає інноваційною основою зерновиробничого підкомплексу.

Тобто попит на селекційно-насінницькі інновації на даний час для сільгосппідприємств усіх форм господарювання має бути постійним, адже цим забезпечується й їх динамічний розвиток.

Потрібно усвідомлювати той факт, що при своєчасному та ефективному впровадженню селекційно-насінницьких інновацій сільгоспкультур важливо врахувати умови змін клімату, регіональні особливості, процеси використання сучасних програмних засобів, науково обґрунтованих технологій вирощування, з одночасним оновленням інформаційного кола для споживачів регіону.

На жаль на даний час спостерігається поступове зменшення товаровиробників зернової продукції, що пов'язано з важким станом аграрного виробництва в умовах бойових дій, неврегульованою ціновою ситуацією на ринку, суттєвим зростанням виробничих витрат тощо.

Нами визначено, що особливо вагомим, при постійно зростаючих виробничих витратах на вирощування зернової та олійної продукції, доведення її до споживача є, перш за все впровадження сортів та гібридів з кращим генетичним потенціалом та сучасних науково обґрунтованих ресурсозберігаючих технологій, удосконалення системи державної підтримки товаровиробників на всіх його етапах прямою фінансовою підтримкою, що забезпечить своєчасне просування конкурентоспроможної зернової продукції.

А це можливе лише на основі всезростаючої культури землеробства та своєчасного сортооновлення сільгоспкультур. У зв'язку з цим, найбільш актуальними постають завдання з використання інноваційних ресурсозберігаючих технологій вирощування сільгоспкультур, технічного переозброєння аграрного виробництва, враховуючи їх комплексний характер, більш ощадливе використання ресурсів, що неможливо без урахування впливу умов зміни клімату з кожним роком.

Сучасна організаційна схема виробництва та реалізації насіння зернових колосових культур в державі передбачає передачу оригінального насіння від селекціонерів–оригінаторів науково – дослідних установ (НДУ) переважно дослідним господарствам системи НААН для вирощування елітного насіння. Останні реалізують його сільськогосподарським підприємствам, які мають дозвіл на вирощування репродукційного насіння, а репродукційне насіння продається виробникам товарного зерна [2].

Тому в умовах зміни клімату зусилля селекціонерів спрямовані на створення сортів з підвищеною стійкістю до посухи, морозів, хвороб та шкідників, а саме селекційно–насінницьких інновацій сільгоспкультур з використанням найбільш доцільних технологій вирощування для повної реалізації їх генетичного потенціалу.

Також немалої уваги потребує формування страхових фондів і насіннєвих ресурсів. На жаль сучасний етап розвитку суспільства країни в важких умовами бойових дій ще й ускладнено зміною клімату, негараздами в економіці, несвоєчасним впровадженням шляхів інноваційної діяльності, а це конче потрібно враховувати при обґрунтуванні планових та поступових дій для

інтенсифікації зерновиробництва й підвищення ефективності трансферу конкурентоспроможних селекційних інновації.

Нами було вивчено аспекти методики оцінки інновацій, яка включає оцінку ефективності в залежності від виду інновацій, порівняльну оцінку ефективності інновацій, оцінку з використанням динамічних методів та оцінку ризиків [3-5]. Дані науково обґрунтовані аспекти мають велике значення при розробці шляхів удосконалення трансферу селекційних розробок, але при цьому виникає важливість врахування факторів зміни клімату, які з кожним роком все суттєвіше впливають на сезонність і виробничі процеси вирощування сільгоспкультур. Тобто доцільнішим було б використання методики розрахунку ефективності інноваційної діяльності, яка б базувалася й на обґрунтуванні цих факторів на кожну з складових виробничого та переробного процесів в аграрному виробництві, що б допомагало своєчасно виявити економічно виправданий вид селекційної інновації та рівня витрат на неї.

Наукові дослідження В. Беренса, Г. Бірмана, О. Амоша, А.Гойко, В.Соловйова, С. Шмідта, А.Яковлєва, О. Ястремської, А. Міжуй, М. Сімченка основані на оцінці ефективності інноваційної діяльності за напрямами оцінки: прогнозної ефективності селекційних інновацій; моніторингом ефективності інноваційних проектів та ефективності селекційної інновації на момент її завершення та впливу цієї інновації на ефективність товаровиробника[6-7].

Для оцінки інноваційного процесу, при впровадженні та трансфері селекційних інновацій, було б доцільним керуватися системою показників економічної, екологічної, соціальної, організаційно-управлінської та маркетингової ефективності, що дасть змогу оцінити економічний ефект від впровадження цієї інноваційної розробки.

Так, дослідження [8, 9] факторів зміни клімату свідчать про негативний їх вплив в багатьох південних регіонах на врожайність кукурудзи та пшениці, тоді як у багатьох регіонах півночі врожайність кукурудзи, пшениці та цукрових буряків протягом останніх десятиліть зазнала позитивного впливу.

На даний час для вирішення вищенаведених питань й для забезпечення продовольчою безпеки в Харківській області велике значення має Асоціація органів місцевого самоврядування, у складі якої об'єднано 62 місцеві ради, в тому числі - 54 сільських, селищних, міських рад, 7 районних рад та обласна рада, або 97% від загальної кількості рад всієї Харківщини. Основа такої титанічної роботи - результат діалогу та тісної співпраці між місцевою, центральною владою, громадськими організаціями, волонтерами, фермерськими господарствами, представниками місцевого бізнесу, міжнародними партнерами. Все це сприяє своєчасному вирішенню основних питань впливу змін клімату на виробничі процеси по вирощуванню якісної сільгосппродукції, так і продовольчої безпеки регіону.

На жаль в даний час аграрні виробники потерпають суттєвих збитків, що сталося через складність реалізації зернової продукції за вигідними цінами.

Як зауважує Марина Гавриленкова [10], найскладнішим для аграріїв виявляється зберігання й переробка вирощеної зернової продукції, адже ці етапи

потрібно розглядати як повний процес від виробництва, до переробки та зберігання цієї продукції, а для цього потрібно науково обґрунтувати обсяги потреби в продовольстві, можливості населення, домогосподарств, місцевого бізнесу, які задіяні в виробництві сільгосппродукції. В зв'язку з цим також виникає необхідність визначення сфери фінансування, товаровиробників–переробників сільгосппродукції, які мають потужні можливості забезпечити процес створення продуктів харчування в тісній співпраці з представниками влади в тому числі й попри впливу чинників умов клімату на усі вищенаведені процеси.

На жаль, через зміну кліматичних умов, в Харківській відбулося значне підвищення температур та спостерігається дефіцит опадів в період серпня – жовтня, а це негативно впливає на формування сходів на посівах. В свою чергу засухи та суховії суттєво додають проблем для передпосівної підготовки грунту, самої сівби та отриманні сходів, а особливо для розвитку озимини. Тобто за останні роки осіння посуха сприяла тому, що більшість посівних площ озимих культур були слаборозвиненими.

В зв'язку з цим науковці Східного міжрегіонального наукового центру, спеціалісти Департаменту АПР ХОДА [9] зауважують на вагомих ускладненнях посівних кампаній в господарствах Харківської області. Багато проблем пов'язано з повномасштабною війною, адже суттєво зростає собівартість виробничих витрат на вирощування сільгоспкультур та вартість логістики. Тобто, через вагомі кліматичні зміни та зростання виробничих витрат, коливання цін на зернову продукцію, значна кількість аграріїв з кожним роком отримують все менший прибуток, а в деяких регіонах працюють збитково. Також зростання ефективності трансферу селекційних інновацій ускладнено тим, що багато територій сільгоспугідь залишається замінованими. Отже, аграріям будь якого регіону країни важливо забезпечити вирішення вищенаведених проблем, адже своєчасне та якісне проведення польових робіт на максимально безопасних площах закладає основу для продовольчої безпеки країни.

Висновки. Таким чином, спираючись на результати досліджень видатних науковців, державних фахівців, товаровиробників аграрного сектору бачимо, що з кожним роком зростає необхідність вивчення та наукового обґрунтування кліматичних змін, урахуванням регіональних особливостей, підвищення ефективності грунтового покриву земель сільгосппризначення, адже все це постає найважливішою проблемою сьогодення.

Література

1. Білоусько В.С., Беленкової М.І., Білоусько Т.Ю. Методичні підходи до оцінки об'єктів права інтелектуальної власності: «Економічні науки»: методичні рекомендації. *Вісник ХНАУ ім. В. В. Докучаєва*. Харків, 2010. № 6. 45 с.

2. Департамент агропромислового розвитку Харківської обласної державної адміністрації. Офіційний сайт. URL**:** http://agrodep.kh.gov.ua (дата звернення 13.05.2025 р.).

3. Методи оцінки ефективності інвестицій та пріоритетні напрями Дацій О.І. Ефективність інноваційної діяльності в агропромисловому виробництві: автореф. дис. докт. екон. наук: спец. 08.02.02 «Економіка та управління науково-технічним прогресом» / О. І. Дацій. Київ, 2005. 39 с.

4. Жихор О. Б. Оцінка ефективності інноваційних проектів підприємства: автореф. дис. канд. екон. наук : спец. 08.06.01 «Економіка, організація і управління підприємствами» / О. Б. Жихор. Харків, 2002. 20 с.

5. Лисенко Л. А. Підхід до оцінки ефективності інноваційної діяльності підприємства. *Комунальне господарство міст*. 2007. Вип. 78. С. 94 –100.

6. Інноваційний розвиток сільськогосподарських підприємств в умовах економічної конкуренції (станом на 2019 р.). *Управління у сфері економічної конкуренції*. URL: https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/4753/rozhevaorhideya.pdf

7. Іжевський В.В. Оцінка ефективності інноваційної діяльності підприємства. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2010. Вип. 20.4. С. 160–166.

8.Summary for Policymakers. In: Climate Change and Land: an IPCC special r eport on climate change, desertification, land degradation, sustainable land managem entfood security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. URL: doi.org/10.1017/9781009157988.001. IPCC, 2019.

9. Особливості проведення осіннього комплексу польових робіт у господарствах Харківської області за посушливих умов 2024 року: науково–практичні рекомендації / підгот.: К.В. Панфілов, О.С. Федишина, А.О. Смик та ін. Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН, 2024. 31 с.

10. Три кроки до продовольчої безпеки у територіальних громадах. URL: https://u-lead.org.ua/news/353 (дата звернення 09.01.2024 р.).

ВПЛИВ ФІТОПЛАЗМОВОЇ ІНФЕКЦІЇ НА ВМІСТ АМІНОКИСЛОТ У РОСЛИНАХ *MEDICAGO SATIVA* У СТАНДАРТНОМУ І ЗАСОЛЕНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ВИРОЩУВАННЯ

Коробкова К.С., кандидат біол. наук
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,
Київ, Україна

Вступ. З огляду на глобальні зміни, для багатьох видів рослин кліматичні ніші зміщуються швидше, ніж рослини здатні адаптуватися. У нових умовах може спостерігатися підвищення агресивності фітопатогенних організмів, що призводить до значних втрат у рослинництві при застосуванні традиційних агротехнологій. Дія різних екологічних чинників, таких як посуха, засоленість ґрунту, ультрафіолетове опромінення та інших, може призводити до змін вмісту амінокислот у рослинах, наприклад, до накопичення амінокислот при стресах. Амінокислоти є не тільки складовими білків, ці речовини беруть безпосередню

участь у регуляції росту та розвитку рослин, виступають попередниками в процесі утворення ряду ключових регуляторів обміну речовин, також відома їх здатність підтримувати нормальне функціонування органів і систем у разі виникнення екстремального стану зовнішнього середовища. Оскільки засолення ґрунтів є наслідком як змін клімату, так і антропогенного впливу, постає завдання дослідити аспекти взаємодії фітопатогенних мікроорганізмів з рослиною-хазяїном у змінених умовах їх існування. Фітопатогенний представник молікутів *Acholeplasma laidlawii var. granulum* шт. 118 є збудником фітоплазмозів, який при ураженні посівів пшениці здатний спричиняти спалахи хвороби і призводити до зниження врожаю, крім того, може уражувати низку різних сільськогосподарських культур [1]. Тому метою дослідження було встановити вплив інфікування люцерни посівної фітоплазмами на вміст амінокислот у клітинах уражених рослин у стандартному середовищі вирощування і при його засоленні.

Матеріали і методи. У дослідженнях використовували насіння люцерни посівної *Medicago sativa* сорту Синюха (Україна), а також фітоплазму - представник класу *Mollicutes* - *A.laidlawii var.granulum* 118, що є збудником блідо-зеленої карликовості зернових культур, отриману з Національної колекції мікроорганізмів України Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України. Дослідження виконували шляхом мікровегетації рослин у стерильних умовах з використанням середовища Красільнікова-Корєняко. Для моделювання сольового стресу і вивчення особливостей розвитку фітоплазмозу в цих умовах до агаризованого середовища додавали NaCl у концентрації 50 мМ 1^{-1}. Реєстрацію змін вмісту амінокислот рослин під впливом фітоплазм і засолення середовища виконували за рекомендаціями М.Хархота з співав. (2021) [2]. При обчисленні результатів досліджень використовували медіанне значення даних.

Результати і обговорення. У всіх досліджених варіантах – стерильні рослини, варіант із штучним інфікуванням люцерни фітоплазмою в стандартних умовах мікро-вегетаційного досліду, а також при засоленні середовища вирощування інфікованих рослин, визначали наявність таких амінокислот: L-валін, L-пролін, піпеколева кислота, 4-амінобутанова кислота, L-глутамова кислота, аспарагін, L-аспарагін. Встановлено, що при інфікуванні *M. sativa* фітоплазмою в стандартних умовах вирощування відбувається збільшення вмісту всіх визначених амінокислот (таблиця).

Таблиця. Вміст амінокислот у рослинах *M. sativa* під впливом зараження *A.laidlawi var.granulum 118* у стандартному і засоленому середовищі мікровегетаційного досліду

Варіант досліду	Стерильний контроль	З *A.laidlawi var. granulum 118* у стандартному середовищі вирощування	З *A.laidlawi var. granulum 118* при засоленні середовища вирощування
L-валін	59,93	70,66	74,7
L-пролін	0,001	6,16	0,001
Піпеколева кислота	8,49	22,27	6,83
4-амінобутанова кислота	0,001	2,04	2,64
L-глутамова кислота	3,37	11,06	7,25
Аспарагін	8,69	92,46	43,54
L-аспарагін	4,81	30,23	4,29

Встановлено, що за відсутності в стерильному контролі L-проліну і 4-амінобутанової кислоти ці речовини з`являються у рослинах після їх інфікування *A.laidlawii var.granulum* 118. Пролін є протеїногенною амінокислотою і входить до складу практично всіх білків і бере участь у первинному метаболізмі, отже, виконує значну роль як один з чинників стійкості рослин до стресових факторів. Відомо накопичення цієї амінокислоти у рослинах під впливом різних екологічних стресів (посуха, засоленість ґрунтів, посилене світлове та ультрафіолетове опромінення; підвищена концентрація важких металів; окислювальний стрес, тощо). Проте, при засоленні середовища вирощування інфікованого фітоплазмою варіанта рослин наявність проліну не визначається. До того ж, за дії обох несприятливих чинників значно зменшується вміст піпеколевої (3.3 рази) і L-глутамової (1.5 рази) кислот, а також аспарагіну (2.1 рази) і L-аспарагіну (7.1 рази). При цьому спостерігається пришвидшення загибелі рослин цього варіанту досліджень.

Слід зауважити, що у варіанті з інфікуванням фітоплазмою рослин люцерни в умовах засолення середовища вирощування спостерігається не зменшення, а навіть незначне збільшення вмісту L-валіну і 4-амінобутанової кислоти. Валін є попередником ауксину; підвищує стійкість рослин до посухи, суховіїв та життєздатність пилку; посилює формування насіння. 4-амінобутанова кислота також відіграє важливу роль у рослинах, особливо під час стрессу - вона функціонує як вторинний месенджер, впливаючи на широкий спектр метаболічних процесів та сигнальних шляхів. [3]

Висновки. Інфікування *M. sativa* фітоплазмою *A.laidlawi var.granulum 118* підвищує вміст амінокислот у клітинах уражених рослин у стандартних умовах мікровегетаційного досліду, що відповідає стандартній реації на стрес. Засолення середовища вирощування інфікованих фітоплазмою рослин

призводить до зменшення накопичення амінокислот, окрім валіну і 4-амінобутанової кислоти. Отже, сумісна дія двох чинників (фітоплазм і засолення середовища) здатна підсилити пригнічення системи захисту рослин, чим пояснюється пришвидшення їх загибелі за цих умов.

Література

1. Christensen N.M., Axelsen K.B., Nicolaisen M., Schulz A., Phytoplasmas and their interactions with hosts. *Plantl Trends Sci*. 2005. Vol. 10. P. 526-535.

2. Хархота М.А., Рибальченко Н.П., Грабова Г.Ю., Авдєєва Л.В. Методи дослідження метаболітів бактерій роду Bacillace Науково-методичні рекомендації К.: ТОВ ЦП «Компринт», 2021. 170 с.

3. Steven H. Spoel, Xinnian Dong. How do plants achieve immunity? Defence without specialized immune cells. *Nature Reviews Immunology*. 2012. Vol. 12. P. 90.

ВПЛИВ ОЗОНУ, ЯК СТРЕС-ФАКТОРУ НА ПОЧАТКОВИХ ЕТАПАХ ОРГАНОГЕНЕЗУ РОСЛИН ПОМІДОРА

Косенко Н.П., кандидат с.-г. наук, с.н.с.
Книш В.І., кандидат с.-г. наук, с.н.с.
Кокойко В.В., кандидат с.-г. наук, с.д.
Шабля О.С., кандидат економічних наук, с.д.
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
Одеса, Україна

Вступ. За останні десятиліття врожайність овочевих культур, зокрема помідора значно зросла. В першу чергу це відбувається за рахунок досягнень у селекції. Створення нових, більш продуктивних, конкурентоспроможних сортів і гібридів, що володіють високою екологічною пластичністю і підвищеними адаптивними властивостями до несприятливих умов середовища, є одним із найраціональніших засобів підвищення врожайності та покращення якості овочевої продукції [1].

Внаслідок інтенсивного розвитку промисловості, намітилася стабільна тенденція до зростання концентрації озону в тропосфері (нижніх шарах атмосфери). Озон став критичною проблемою, оскільки середня концентрація його в атмосфері щорічно збільшується приблизно на 0,5-2,0 %. Переважна частина (90 %) атмосферного озону знаходиться в стратосфері (верхніх шарах газової оболонки Землі). Решта 10 % розподілені в тропосфері. Зростання вмісту озону в тропосфері відбувається за рахунок накопичення в повітрі продуктів згоряння нафти, газу та вугілля. При взаємодії з киснем під дією сонячного ультрафіолетового випромінювання вони перетворюються в озон [2].

У визначенні кінцевого ефекту озону на рослину важливі як концентрація, так і тривалість його впливу. При цьому вплив озону носить кумулятивний характер, і високі його концентрації більш значущі, ніж низькі, але діючі довше. До найбільш чутливих до озону культур за ступенем зниження врожайності відносяться цибуля, шпинат, картопля, люцерна і бавовник, хоча в межах кожної культури можна знайти досить стійкі сорти. Зернові культури та сіяні трави відносно стійкі до озону, проміжне положення займають бобові культури. Однак вплив озону на рослини, в значній мірі, визначається характером зміни інших кліматичних параметрів, зокрема, температури і волого забезпечення [3].

Матеріали та методи. Дослідження проведені за розсадного способу вирощування в умовах краплинного зрошення на дослідному полі відділу овочівництва і баштанництва (сел. Наддніпрянське Херсонської обл.). Розсаду зразків помідора, вирощували касетним способом в кількості 10 рослин кожного зразка, розташовували в замкнутому просторі 1 м^3, що був виготовлений із поліетиленової плівки. За допомоги озонатора GL-3189 (продуктивність O_3–400 мг/год.) щоденно впродовж десяти діб в замкнутий простір нагнітався озон в концентрації 250 мг/м^3. Розсада витримувалася у цьому просторі щоденно, експозиція – 7 годин. На одинадцяту добу проводили обліки по кожному варіанту.

В розсаднику конкурсного випробування у польових умовах вивчалося 15 кращих зразків вихідного матеріалу. Було проведено оцінювання генотипів за основними господарськими цінними ознаками в порівнянні зі стандартом. За стандарт було прийнято сорт помідора – Лагідний, який розміщували через кожні десять досліджуваних сортозразків. Закладення селекційних розсадників, обліки, спостереження, оцінювання основних господарських цінних ознак проводилось відповідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій [4]. Кореляційні залежності між обраними кількісними ознаками рослин та ступінь їх статистичної достовірності визначали за використання комп'ютерної програми Statistica, Agrostat.

Результати та обговорення. За результатами лабораторних досліджень виявлено, що за впливу невисоких доз озону (50 мг/м^3) спостерігається захисна реакція рослин, яка полягає в підвищенні рівня загального хлорофілу в порівнянні з необробленим контролем зразків помідора на 25,0-34,6 %. За подальшого збільшення концентрації озону спостерігається зниження вмісту загального хлорофілу в листках (рис. 1).

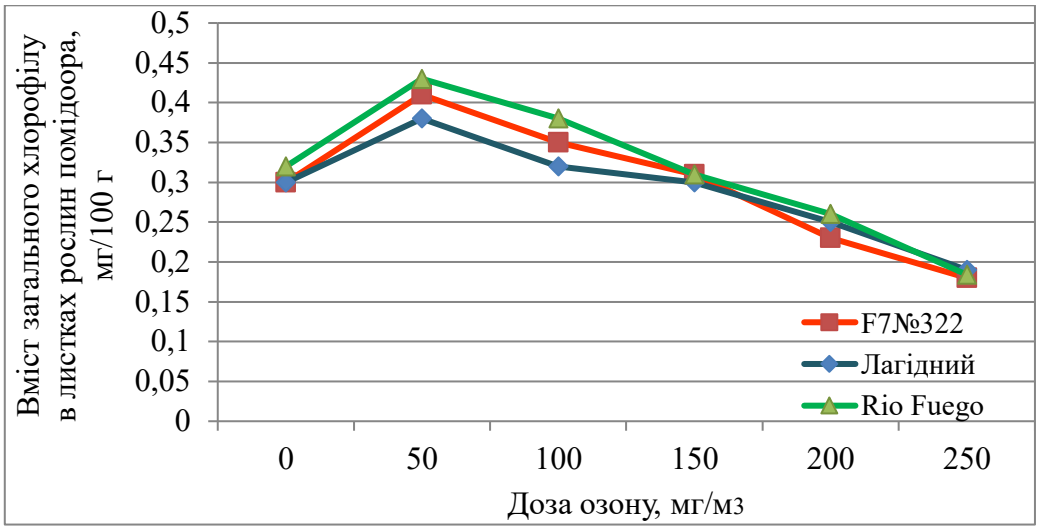

Рис. 1. Вплив озону на вміст загального хлорофілу в листках селекційних зразків помідора, 2024 р.

Встановлено, що найбільший вміст загального хлорофілу в листках після впливу озону мали зразки помідора F_7 №223 (0,190 мг/г сирої маси), Rio Fuego (0,184 мг/г). Ці зразки перевищували стандарт на 3,4-6,7 %. Найменшу концентрацію загального хлорофілу у листках виявлено у зразка Pilmek (0,172 мг/г).

За стійкістю до високих доз озону виділено зразок помідора F_7 №223 (4 бали). Найбільшу температуру листової поверхні рослин мали зразки F_7 №223 (23,6 ºС), Missouri і М-1108 (22,4 ºС), найменший показник – у зразка Pilmek (21,3 ºС). За впливу різних доз озону спостерігалось зниження температури листків на 1,2 ºС за концентрації озону 50 мг/м^3, за збільшення концентрації до 250 мг/м^3 відзначено збільшення температури з 19,5 до 22,2 ºС (рис. 2).

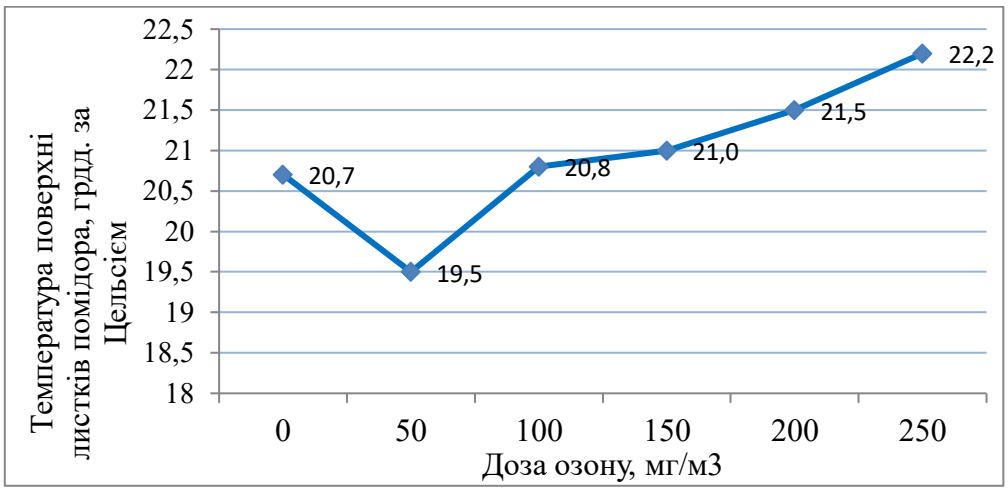

Рис. 2. Змінення температури листової поверхні рослин помідора за різних доз озону (середнє за зразками), 2024 р.

Висновки. У результаті дослідження було встановлено, що під впливом озону на селекційні зразки помідора спостерігаються як позитивні, так і негативні фізіолого-біохімічні зміни. За невисоких концентрацій озону (50

мг/м³) активується захисна реакція рослин, що проявляється в підвищенні вмісту загального хлорофілу. Проте із зростанням дози озону (до 250 мг/м³) вміст хлорофілу знижується, а температура листової поверхні зростає, що свідчить про стресовий стан рослин. Найвищу стійкість до впливу озону виявили зразки F_7 №223 і Rio Fuego, що робить їх перспективними для подальшої селекційної роботи з підвищення адаптивності томатів до екологічних стресів.

Література

1. Борисова С.В., Катеруша Г.П. Динаміка приземного та загального вмісту озону над північною частиною Чорного моря. *Проблеми Радіаційної медицини та радиобіології.* Збірник наукових праць. Київ, 2005. Вип.11. С. 433-443.

2. Борисова С.В. Озон в атмосфері: навч. посібник. Одеса, 2011. 113 с.

3. Косенко Н.П., Бондаренко К.О., Кокойко В.В., Шабля О.С. Продуктивність рослин помідора залежно від дії високих доз озону. *Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в Україні:* матеріали Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди Дня науки в Україні, (сел. Хліободарське, 25 травня 2024 року). Одеса. 2024. С. 67-68.

4. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / За ред. Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. Харків: Основа, 2001. 369 с.

ЗМІНА КЛІМАТУ ТА ЕКОСИСТЕМИ

Космина Л.І., викладач, спеціаліст
Відокремлений структурний підрозділ «Вишнянський фаховий коледж Львівського національного університету природокористування», Вишня, Україна

Глобальна зміна клімату – одна з найгостріших екологічних проблем які стоять перед людством. Згідно прогнозів провідних міжнародних наукових центрів з дослідження клімату, протягом наступного століття температура підвищиться на 2-5 градусів за Цельсієм. Такі темпи глобального потепління спричинять серйозні кліматичні зміни і різні екосистеми опиняться під загрозою зникнення.

Найбільш помітним наслідком зміни клімату буде не поступове потепління, а “надзвичайні ситуації” такі як сильні засухи, повені, шторми, урагани, надзвичайно спекотні дні які відбуватимуться частіше. Рівень світового океану підніметься й океанічні течії можуть істотно змінитись. Людство буде змушене зіткнутися з проблемами водопостачання та з деградацією сільськогосподарських земель та лісів.

За даними звіту Служби зміни клімату Copernicus (C3S) та Всесвітньої метеорологічної організації (WMO) про стан клімату в Європі за 2024 рік (ESOTC) у всьому світі 2024 рік став найтеплішим роком за всю історію спостережень після неймовірно теплого 2023 року. Останні 10 років були найтеплішими за всю історію спостережень. Температура океану також була надзвичайно високою в 2024 році. Потепління океану та прискорена втрата льоду з льодовиків та крижаних щитів сприяли підвищенню рівня моря, і глобальний середній рівень моря досяг новий рекорд у 2024 році. В атмосфері тривала концентрація парникових газів вуглекислого газу та метану. Спостерігалися зміни в характері опадів, що можуть привести до посилення повеней і, ймовірно, сприяли деяким із найбільш катастрофічних подій, які спостерігалися у 2024 році [1].

Основною причиною зміни клімату є використання викопного палива та неефективне споживання енергії, що виробляється. Парникові гази, що утворюються внаслідок діяльності людини, викликають посилення парникового ефекту. Надмірна кількість газів, які утворюються в результаті діяльності теплових електростанцій, транспорту, сільського господарства, промисловості, а також лісових пожеж, утримують сонячне тепло у нижніх шарах атмосфери, не даючи йому повертатись до космосу.

Сьогодні можна зі впевненістю сказати, що значні кліматичні зміни вже відбуваються. Ми повинні замислитися та зрозуміти, що людство не має права використовувати атмосферу планети для забруднення. Якщо ми не розпочнемо активно діяти, то вже незабаром наблизимось до тої межі, коли глобальну зміну клімату зупинити буде вже неможливо і життя на планеті у майбутньому буде під загрозою.

Більше того, сучасні прогнози настання несприятливих метеорологічних явищ вказують на необхідність сприймати їх за норму сьогодення. Виникає потреба в розробленні та реалізації плану заходів з адаптації клімату. Слід зазначити, що успішна адаптація залежить не лише від державної політики, а й від активного, безперервного залучення до цього процесу представників місцевого управління, бізнесу, екологічних організацій, громадянського суспільства. Фактично кожен мешканець міста повинен оцінювати свої дії з точки зору ступеня їх впливовості на клімат, тому виникає потреба в формуванні бази знань для підвищення екологічної самосвідомості.

Глобальна зміна клімату стала однією з найнагальніших екологічних проблем, до вирішення якої прикута увага людства. Її наслідками є небезпечні погодні катаклізми, різкі зміни погоди, паводки, повені, сильні вітри, зливи і дощі, град, посухи, що призводять до значних екологічних та економічних збитків у всьому світі. П’ятдесят один мільярд тонн парникових газів потрапляє в атмосферу щороку [2].

Зміна клімату є однією з найбільших загроз людству з далекосяжним впливом на суспільство, навколишнє середовище та економіку. Зміна клімату впливає на всі регіони світу та всі верстви населення. Дані досліджень свідчать, що без проведення заходів з адаптації зміна клімату може знизити до 30%

глобальне зростання сільського господарства до 2050 року. Найбільше постраждають 500 мільйонів невеликих ферм у всьому світі. Кількість людей, яким не вистачатиме достатньої кількості води принаймні один місяць на рік, зросте з 3,6 мільярда осіб сьогодні до понад ніж 5 мільярдів до 2050 року. Підвищення рівня моря та збільшення штормів можуть примусити сотні мільйонів людей у прибережних містах залишити свої оселі, а загальні збитки прибережних міських районів можуть скласти понад 1 трлн доларів щороку до 2050 року. Зміна клімату може залишити понад 100 мільйонів людей у країнах, що розвиваються, за межею бідності до 2030 року. Дані ООН свідчать, що зміна клімату матиме руйнівні наслідки для людей, які перебувають у бідності. Навіть за найкращого сценарію сотні мільйонів людей зіткнуться із загрозами харчовій безпеці, вимушеної міграції, хвороб та смертей. У майбутньому зміна клімату загрожує правам людини та досягнутому прогресу у галузі розвитку, глобального здоров'я та подолання бідності за останні п'ятдесят років. Продовження такого процесу буде згубним для світової економіки та призведе до значного поширення бідності.

Подальше підвищення температури на 1,5°C лише збільшить інтенсивність та частоту таких небезпечних процесів. При цьому понад 140 мільйонів людей можуть стати внутрішньо переміщеними особами до 2050 р. через зміну клімату в Африці на південь від Сахари, Південній Азії та Латинській Америці.

У деяких частинах світу потепління вже перевищує 1,5°C порівняно з доіндустріальним рівнем. Так, у багатьох районах Арктики середні температури вже зросли більш ніж на 3°C. Це підвищує ризик виникнення так званих кліматичних точок неповернення. Як тільки ці точки будуть досягнуті, зміни у довкіллі стануть незворотними, що в деяких випадках може ще більше прискорити зміну клімату. Наприклад, вважається, що в арктичному регіоні вічної мерзлоти міститься в десять разів більше вуглецю, ніж в Амазонії. Внаслідок потепління замерзлий ґрунт відтає і викидає вуглекислий газ в атмосферу, що додатково сприяє парниковому ефекту.

Галузі економіки та географічні регіони характеризуються різним ступенем вразливості до зміни клімату. Найбільш вразливими до проявів зміни клімату галузей економіки можуть виявитися сільське, лісове і водне господарство та енергетика, загалом як антропогенні, так і природні екосистеми.

За підрахунками Всесвітньої організації охорони здоров'я, у період з 2030 по 2050 рр. зміна клімату стане причиною додаткових 250 тис. смертей у світі щорічно, викликаних переважно недостатнім харчуванням, малярією, кишковими інфекціями та прямими негативними впливами екстремально високих температур на організм. При цьому додаткові витрати на підтримку громадського здоров'я (включаючи додаткові витрати на сектори, що є визначальними у формуванні медико-демографічних характеристик населення – сільському господарстві, очищенні води та проведенні гігієнічних та санітарних заходів) сягнуть 2 – 4 млрд дол. на рік [3].

Більшість населення в Україні, як і в Європі, проживає і працює у містах, тому міста першими відчувають наслідки зміни клімату. Як і на регіональному

рівні, підвищення обізнаності та залучення громадян, підприємств і місцевих органів влади має першочергове значення для ефективного процесу адаптації.

Адаптація до зміни клімату – це пристосування природних чи людських систем до фактичних або очікуваних кліматичних впливів чи їхніх наслідків. Вона дозволяє знизити шкоду та скористатися можливостями, такими як створення нових робочих місць або економія коштів на ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій.

Адаптація до змін клімату може відбуватися на будь-якому рівні суспільства, від особистості до національного та міжнародного рівня.

Заходи з адаптації мають різні форми та формати та залежать від унікального контексту громади, країни чи регіону. Не існує універсального рішення. Для кожної країни важливо створювати свої політики з адаптації. Їхня мета – зменшення вразливості до наслідків зміни клімату. Оскільки прояви зміни клімату є дуже різними, то і заходи, і політики з адаптації розробляються з урахуванням особливостей конкретної країни і галузі.

Можливими прикладами з адаптації до зміни клімату є: адаптація будівельних норм до майбутніх кліматичних умов та екстремальних погодних явищ; побудова та підвищення рівня дамб для захисту від повеней; розвиток посухостійких сільськогосподарських культур; створення систем раннього попередження циклонів [4].

Важливим елементом стратегічного планування заходів у сфері адаптації до зміни клімату в межах урбоекосистеми є плани дій сталого енергетичного розвитку та клімату, що являють собою комплекс стратегічних заходів щодо вдосконалення усіх сфер і галузей міста з врахуванням можливих джерел і механізмів їх фінансування, а також впливу на зменшення викидів парникових газів, наслідків зміни клімату та адаптації. Згідно Угоди мерів, міста добровільно беруть на себе зобов’язання щодо адаптації до змін клімату.

Означені плани можуть розроблятися і затверджуються не тільки для великих міст, приміром обласних центрів, а й для районних центрів, маленьких містечок та навіть об’єднаних територіальних громад. В контексті адаптації до зміни клімату плани містять три основних елементи: оцінку вразливості, визначення вразливих сфер/галузей та рекомендації щодо адаптації міста до зміни клімату. В теперішній час використовують різні методологічні підходи для оцінки вразливості і встановлюють вразливі сектори в місті, вже для яких розробляють заходи з адаптації [5].

За даними звіту Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (МГЕЗК), використання викопного палива у транспорті та енергетиці призводить до майже половини усіх парникових викидів, а сільське господарство, лісництво та інші типи землекористування – іще до 23%. Тобто ми не лише збільшуємо кількість парникових газів, а й руйнуємо екосистеми, які їх поглинали б. А далі внаслідок зміни клімату біорізноманіття втрачається вже без прямого втручання людини, тим самим пришвидшуючи процес самої зміни клімату.

Близько мільйона видів тварин та рослин знаходяться під загрозою зникнення, багато з них можуть зникнути упродовж найближчих десятиліть. Це складає ⅛ усіх видів на планеті – більше, ніж будь-коли в історії людства.

Основною причиною такої безпрецедентної загрози біорізноманіттю є людина та її діяльність. Про це йдеться у нещодавно опублікованому звіті Міжурядової науково-політичної платформи з питань біорізноманіття та екосистем (IPBES).

Зміни у землекористуванні визначаються у звіті як найзначніший із чинників втрати біологічних видів. Найпоширенішою причиною таких змін є сільське господарство. Інтенсифікація сільського господарства спричиняє подальшу втрату місць існування видів та їх зникнення, і зі зростанням потреби у сільськогосподарській продукції негативний вплив посилюється.

Менше 1% земель використовується у видобувній промисловості, однак вона спричиняє шкідливі викиди у воду, ґрунти і повітря. Ці забруднювачі загрожують не лише біорізноманіттю, а й здоров'ю людей. Видобувна промисловість, крім того, є джерелом парникових викидів як напряму, так і опосередковано. Адже спалювання викопного палива спричиняє найбільше таких викидів, що призводить до глобальної зміни клімату.

У звіті зазначається, що за останні сорок років викиди парникових газів у атмосферу зросли удвічі і призвели до зростання середньої глобальної температури на 0.7°C. Зміна клімату вже впливає на природу як на рівні екосистем, так і на генетичному. Так, зміни кліматичних умов спричиняють зникнення природніх видів рослин і тварин, що становлять основу стійких екосистем, тоді як їх місце займають інвазійні види. Таким чином, деградовані екосистеми вже не можуть виконувати своїх початкових функцій, а види-вселенці наносять шкоду не тільки біологічним видам, але і господарству. Незважаючи на те, що зараз вплив зміни клімату не є критичним, очікується, що його темпи будуть лише зростати.

Крім того, на біорізноманіття серйозно впливає значна урбанізація (з 1992 року площа міських територій зросла удвічі), вирубування лісів задля сировини (з 1970 року зросло на 45%), забруднення токсинами, важкими металами та іншими відходами промисловості, добривами, а також пластиком (зросло удесятеро з 1980 року), неконтрольоване винищення видів як самою людиною, так і інвазійними видами, появу яких спричинила людська діяльність [6].

Уся ця агресивна діяльність ставить під загрозу існування мільйона видів рослин і тварин. Проте можна зупинити та пом'якшити наслідки зміни клімату. Це зміни у способі життя, плануванні міст, сільському господарстві з урахуванням нових кліматичних умов, а саме перехід до посухостійких культур, раціональне використання води, озеленення міст, створення зелених коридорів для міграції тварин. Також потрібно розвивати відновлювану енергетику (сонячну, вітрову), зменшити споживання ресурсів, перейти до кругової економіки, зберігати ліси, відновлювати екосистеми.

Зміна клімату — це не віддалена проблема майбутнього, а реальність сьогодення. Вона вже змінює екосистеми планети, які забезпечують наше життя.

Щоб зберегти біорізноманіття, зменшити ризики для здоров'я та стабільності людських спільнот, необхідно діяти вже сьогодні.

Збереження біологічного різноманіття і цілісності природних екосистем – це запорука сталого існування і розвитку нашого суспільства. Наш добробут врешті залежатиме від ощадливого ведення сільського господарства, культури споживання природних ресурсів та ефективної охорони довкілля.

Література

1. European State of the Climate – Summary 2024 [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://library.wmo.int/records/item/69473-european-state-of-the-climate-summary-2024

2. Зміни клімату та декарбонізація промислового сектору. [Електронний ресурс]: підруч. для здоб. ступ. бак. за усіма спец., окрім 101 «Екологія» / О. Я. Тверда та ін.; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електрон. текст. дані (1 файл: 5,77 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 149 с.

3. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко; за ред. С. П. Іванюти. К. : НІСД, 2020. 110 с.

4. Екодія [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ecoaction.org.ua/bioriznomanittia.html

5. Яковшина Т.Ф. Адаптація ЄС до змін клімату та стійкі урбоекосистеми: навчальний посібник. Дніпро: ПДАБА. 2023. 109 с.

6. Екодія [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://ecoaction.org.ua/bioriznomanittia.html

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ЯКІСТЬ МОЛОКА КОРІВ

Петраш В.В., аспірант[1]
Інститут тваринництва НААН, Харків, Україна

Вступ. Відомо, що якість молока корів змінюється зі змінами кліматичних умов [1-3]. Відтак, Picinin зі співавторами встановили кореляцію між кліматичними умовами і фізико-хімічними властивостями сирого молока, а також загальним об'ємом виробленого молока в умовах молочних ферм Бразилії [4]. Згідно їх досліджень, підвищення температури з 6,2 до 31,3ºС призвело до значного зменшення вмісту молочного білка (на 4,09 %), жиру (на 5,75 %), зменшувався також вміст обезжиреної сухої речовини (SNF) на 1,31 % та вміст соматичних клітин (на 16,8 %), натомість загальний вміст мікроорганізмів у молоці підвищився на 13,7 %. Експериментами на голштинських коровах доведено вплив на показники якості молока факторів сезону року, родової

[1] Науковий керівник – д.с.-г.н. І.В. Ткачова

діяльності, номеру і стадії лактації, вміст соматичних клітин [5]. У дослідженнях показників якості молока (вміст жиру і білка) в різних погодних умовах впродовж року також було встановлено сезонні закономірності [6]. Доведено, що у корів, які піддавалися впливу теплового або холодового стресу, реакції організму включали зміни в енергетичному балансі та розподілі поживних речовин [7]. Здатність тварини синтезувати молочний жир багато в чому залежить від наявності субстратів для синтезу ліпідів з раціону, рубцевої ферментації або запасів жирової тканини, всі з яких можуть бути змінені в умовах кліматичних змін.

У зв'язку з актуальністю даного питання, метою досліджень було встановлення впливу фактора температури повітря на добові надої, вміст жиру і білка у молоці корів.

Матеріали та методи. Дослідження проведені у ТОВ «Печенізьке» Харківської області на коровах української червоно-рябої молочної породи, де проводили щомісячні контрольні доїння корів впродовж січня-вересня. Умови утримання, режими годівлі та напування, параметри мікроклімату під час досліджень піддослідних тварин були однакові. Годівлю корів здійснювали збалансованими раціонами. Контрольне доїння проводили двічі на добу – зранку і ввечері з використанням переносних відер. Санітарно-гігієнічну обробку вим'я і дійок у корів усіх груп проводили однаково. Зразки молока від кожної корови відбирали за допомогою зонда, пропорційно до вранішнього і вечірнього надоїв, при відборі зразків керувалися європейськими вимогами Codex Alimentarius, т. 13 «Методи аналізу і відбору проб» та ДСТУ ISO 707:2002 «Молоко та молочні продукти, інструкція щодо відбору проб». Зразки доставляли до лабораторії з консервантом (таблетки Мікротабс широкого спектру дії, виробництво США).

Біохімічні показники молока визначали у сертифікованій лабораторії оцінки якості продуктів тваринництва. Визначення масової частки білку і протеїну (казеїн+сироваткові білки) здійснювали експрес-методом інфрачервоної спектрометрії (DSTU 8396:2015, 2017). Усі експериментальні дослідження проведені відповідно до сучасних методичних підходів, вимог та стандартів (DSTU ISO/IEC 17025:2019, 2021), Директиви 2010/63/ЄС (2010) та Порядку проведення випробувань на тваринах у науково-дослідних установах» (Закон України № 249, 2012 р.). Експерименти виконано згідно з положеннями Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують для експериментальної та іншої наукової мети (1986) [2].

Дослід було розділено на три етапи за фактичною температурою зовнішнього середовища: I – від -3°C до +9°C, II – від +10°C до +24°C, III – від +24,5°C до +36,4°C. Фактична середня температура повітря становила, відповідно – +7°C, +21°C та 28°C.

Результати та обговорення. Встановлено, що впродовж найбільш холодного дослідженого періоду року (з 2 січня по 25 березня) середньодобовий надій натурального молока корів становив 19,7±0,54 кг, вміст жиру – 4,01±0,08 %, вміст білка – 3,10±0,004 %.

Впродовж весняного потепління (з 26 березня по 26 травня) середньодобовий надій натурального молока корів становив 19,3±0,46 кг, вміст жиру – 4,10±0,05 %, вміст білка – 3,23±0,003 %.

Впродовж найбільш спекотного дослідженого періоду (з 27 травня по 30 вересня) середньодобовий надій натурального молока корів був найвищим і становив 23,5±1,49 кг, також був вищим вміст жиру – 4,12±0,021 %, вміст білка – 3,29±0,012 %. Підвищення середньої продуктивності у цей період можна пояснити різними факторами: подовженням світового дня, моціоном (санацією), кормовим фактором тощо. Разом із тим, слід зазначити, що на третьому етапі досліджень з підвищенням температури повітря рівень молочної продуктивності знижувався, відповідно: 24,5°С – 24,2 кг, 28,6°С – 23,9 кг, 33,2°С – 22,4 кг, 34,8°С – 21,6 кг, 36,4°С – 20,5 кг. За відповідних показників температури вміст жиру підвищувався з 4,04 по 4,15 %, а вміст білку – знижувався з 3,23 по 3,16 %.

Висновок. Доведено, що температура повітря впливає на показники якості молока корів, зокрема – на вміст жиру і білка у молоці. Подальші дослідження мають бути спрямовані на пошук інноваційних засобів нівелювання теплового стресу молочної худоби.

Література

1. Borshch O. O. The inuence of genotypic and phenotypic factors on indicators of cow comfort. *Animal Husbandry Products Production and Processing*. 2021. № 2(166). 7-20 p. doi: 10.33245/2310-9289-2021-166-2-7-20

2. Gauly M., Ammer S. Review: Challenges for dairy cow production systems arising from climate changes. *Animal.* 2020. *№* 4(1). P.196-203. doi: 10.1017/S1751731119003239

3. Skliarov P., Kornienko V., Midyk S., Mylostyvyi, R. Impaired reproductive performance of dairy cows under heat stress. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2022. № 87(2). P.85-92 https://hrcak.srce.hr/file/404522

4. Picinin L. C. A., Bordignon-Luiz1 M. T., Cerqueira M. M. O. P. et al. Effect of seasonal conditions and milk management practices on bulk milk quality in Minas Gerais State – Brazil. *Animal Science and Technology and Inspection of Animal Products*. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2019. № 71(04). P.1355-1363. doi:10.1590/1678-4162-10063

5. Tančin V., Mikláš Š., Uhrinčať M., Mačuhová L. Factors affecting raw milk quality of dairy cows under practical conditions. P*otravinarstvo Slovak Journal of food sciences.* 2020. Vol.14. doi.org/10.5219/1336

6. Feliciano Rodney J., Bou´e G., Mohssin F., Hussaini M. M., Membr´e J.-M. Raw milk quality in large-scale farms under hot weather conditions: Learnings from one-year quality control data. *J. of Food Composition and Analysis*. 2023. № 117. P.105-127. doi:10.1016/j.jfca.2023.105127

7. Razzaghi A., Ghaffari M. H., Rico D. E. The impact of environmental and nutritional stresses on milk fat synthesis in dairy cows. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2022. № *83*. P.106784. doi:10.1016/j.domaniend.2022.106784

ВПЛИВ ЖИВЛЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ КОРІАНДРУ СОРТІВ ОКСАНІТ ТА НЕКТАР В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Петренко С.О., кандидат с.-г. наук, доцент, провідний ннауковий співробітник
Поздняков В.Ю., аспірант
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
Одеса, Україна

Вступ. Південний Степ України характеризується достатньо високим біокліматичним потенціалом, родючими ґрунтами і несприятливим режимом забезпечення вологою внаслідок гострого дефіциту атмосферних опадів та їх нерівномірного розподілу протягом року. Це спричинює виникнення повітряної та ґрунтової посухи і, як наслідок, зменшується продуктивність сільськогосподарських культур. У формуванні урожайності та якості зерна коріандру має значення не лише сорт, а й технологічні прийоми вирощування. Технологія вирощування даної технічної культури передбачає оптимізацію енергетичних, матеріальних і фінансових вкладень на одиниці площі. При цьому ефективність енергетичних витрат забезпечується за рахунок максимальної реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів. В інтенсивній технології вирощування коріандру посівного передбачається оптимізація факторів, за яких визначається величина та якість отриманої продукції. Застосування добрив забезпечує підвищення якості сировини ефіроолійних культур, збільшується абсолютна вага насіння коріандру посівного. В усіх ефіроолійних культур застосування фосфорнокислих добрив підвищує вміст ефірної олії в отриманій сировині [1].

Питанням вивчення споживання коріандром основних елементів живлення за вегетаційний період, їх виносом з ґрунту, визначення критичних періодів максимальної потреби культури в забезпеченості ґрунту елементами живлення і реакцією на добрива займалась невелика кількість вчених. В літературних джерелах роботи з цього питання наведені в невеликому об'ємі, в той час як висновки різняться [2]. На основі досліджень вчені дійшли висновку, що найбільший вплив на ріст і розвиток рослин має азотне живлення [3]. Коріандр посівний потребує своєчасного внесення азотних добрив. Вплив азотних добрив на врожайність та якість зерна умовах Південного Степу України значно вищій, ніж фосфору та калію, тому порушення строків внесення і норм призводять до пригнічення ростових процесів, і як наслідок, до зниження врожаю та його якості [5]. Для формування високої врожайності коріандру посівного та підвищення ефективності мінеральних добрив необхідно забезпечити оптимальну кількість рослин на одиницю площі, що досягається встановленням відповідної норми висіву. Наукові дослідження і передовий досвід господарств засвідчують, що за низької норми висіву насіння, не дивлячись на деяке збільшення урожайності окремої рослини, збори зерна з одиниці площі скорочуються, оскільки зріджені посіви не повністю використовують запаси поживних речовин у ґрунті і вологу, утворюють велику

кількість підгону, що викликає різноякісність насіння за ступенем зрілості, крупності і маси. Зріджений стеблостій сильніше заростає бур'янами, більш уражується хворобами і пошкоджується шкідниками [4].

Тому постає проблема підвищення продуктивності і збільшення виробництва насіння коріандру посівного, що досягається своєчасним і якісним виконанням агротехнічних прийомів та дотриманням науково обґрунтованих систем вирощування. Окрім сортового складу важливими чинниками формування сталих врожаїв зерна коріандру посівного є застосування добрив, хімічна меліорація ґрунтів, засоби захисту рослин від бур’янів, хвороб і шкідників. Удосконалення системи удобрення є одним з головних заходів, який сприяє підвищенню продуктивності культури. В умовах розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва поряд з системами удобрення, які передбачають застосування традиційних мінеральних добрив, виникли системи удобрення третього тисячоліття, в яких, як доповнення до основного удобрення, та з метою підвищення продуктивності, застосовують позакореневе підживлення сучасними комплексними добривами. Такі системи удобрення успішно застосовують у більшості аграрно-розвинутих країн світу. В Україні вони набули широкого застосування здебільшого у великих сільськогосподарських агроформуваннях та агрохолдингах. Необхідною передумовою для реалізації біологічного потенціалу коріандру посівного та з метою покращення основних показників якості продукції є забезпечення оптимального живлення посівів культури шляхом застосування достатньої кількості макро- та мікродобрив. В умовах зниження родючості ґрунтів це є дуже актуальним та надає змогу в потрібні фази росту та розвитку рослин покращити їх живлення. У зв’язку з цим було вирішено провести польові дослідження, метою яких було встановити вплив позакореневого підживлення на урожайність та якість зерна сортів коріандру посівного в незрошуваних умовах Південного Степу України. Розробка і впровадження у сільськогосподарське виробництво нових агротехнологічних заходів вирощування коріандру – одна із головних умов підвищення ефективності його виробництва, збільшення посівних площ, валових зборів та поліпшення якості вирощеної продукції. Створення оптимальних умов для вирощування коріандру шляхом поєднання різних елементів технології може сприяти реалізації його генетичного потенціалу. Комплексних досліджень особливостей формування врожаю сортів коріандру за підзимового та ранньовесняного строків сівби при використанні мікродобрив, регуляторів росту рослин і системи захисту посівів від бур’янів в умовах південного Степу не проводилось.

Матеріали та методи. Метою роботи було розробити агротехнологічні заходи підвищення продуктивності сортів коріандру за підзимового та ранньовесняного строків сівби при комплексному застосуванні макро- і мікродобрив, регуляторів росту рослин та засобів захисту посівів від бур’янів у Південному Степу України. Методи дослідження: польові досліди, візуальний і вимірювально-ваговий – визначення показників динаміки росту і розвитку рослин; лабораторний – оцінка якості врожаю; математично-статистичний –

дисперсійний і кореляційний аналізи; розрахунково-порівняльний – визначення економічної ефективності вирощування коріандру. Дослідження з формування врожайності коріандру посівного виконували в рамках виконання завдання 05.00.01.16.П «Удосконалення технології вирощування технічних культур у кліматично орієнтованому землеробстві» за ПНД НААН 5 «Зрошуване землеробство» у відділі відділі інтродукції та селекції малопоширених плодових, декоративних та ароматичних рослин ІКОСГ НААН в умовах Селянського господарства «В.В. Плакущенко», розташованого в Роздільнянському районі Одеської області. Попередником коріандру посівного на польовому досліді є пшениця озима. Висівали сорти (фактор А) коріандру посівного: Оксаніт та Нектар. Схема досліду передбачала внесення наступних добрив: Nostoc-М 5,0 л на 100 кг насіння; 10,0 та 20,0 л/га; Суспензія Хлорели 20,0 л/га ручним оприскувачем у фази: повні сходи, розгалуження та бутонізація. Сівбу проводили сівалкою «Кльон»: глибина загортання насіння 3-4 см, із прикочуванням посівів. Для захисту посівів від бур'янів застосовували гербіцид Гезагард 500 FW в нормі 3,0 л/га після появи сходів у фазі 2-3 справжніх листків шляхом обприскування посівів. На польовому трифакторному досліді проводили дослідження щодо особливостей формування врожайності коріандру посівного залежно від строків висіву насіння та позакореневого підживлення. Розміщення варіантів систематичне. Площа посівної ділянки 30 м², облікової 25 м² за 4-х разового повторення. Клімат Південного Степу України континентальний, з недостатнім і нестійким зволоженням, а також з великими ресурсами сонячної радіації. Дефіцит природної вологи, періодичні посухи та суховійні явища наносять значну шкоду агровиробництву. Вегетаційний період триває 210-215 днів, а безморозний, від останнього приморозку весною до першого восени, коливається по роках від 160 до 230 діб. Гідротермічні умови вегетаційного періоду коріандру посівного в роки проведення досліджень були досить різними, що дало змогу всебічно оцінити елементи технології вирощування, що досліджувалися.

Результати та обговорення. Головною причиною недобору врожаю коріандру посівного є невідповідність потенціалу рослин умовам вирощування, та, як правило, низька екологічна стійкість сортів. Проте для одержання високих валових зборів зерна однієї екологічної стійкості замало, важливе значення має потенційна урожайність сорту. Екологічна стійкість рослин є найважливішим фактором реалізації потенційної врожайності сорту. Адже високі і стійкі врожаї можуть бути сформовані лише у тих випадках, коли кожний конкретний сорт буде розміщений у найбільш сприятливому для нього регіоні, або в інших специфічних умовах вирощування. Чим більше розмаїття умов зовнішнього середовища, тим вищу екологічну стійкість повинні мати агроценози, яку можна створити раціональним набором сортів. Таким чином залежно від сортового складу, впливу погодних умов та елементів технології, урожайність сортів коріандру посівного коливалась і залежала від норми висіву насіння і рівня живлення. Під час проведення досліджень нами було встановлено, що урожайність коріандру посівного в умовах Південного Степу України

формується на рівні 1,06-2,16 т/га залежно від сорту, норм висіву насіння та рівня живлення. З метою визначення впливу умов вирощування на ріст і розвиток рослин коріандру посівного проводили біометричні спостереження, за якими можна простежити за зміною висоти рослин коріандру посівного в період інтенсивного росту. У результаті було доведено, що рослини коріандру досить активно реагують на зовнішні чинники, зокрема на обробку насіння біологічно-активними речовинами. Вимірювання рослин коріандру посівного сорту Оксаніт у фазі технічної стиглості зелені показало, що не залежно від року вирощування краще росли рослини за використання Суспензії Хлорели, в середньому за рік досліджень висота їх виявилась більшою, ніж у контролі на 0,8 см. Відповідно до висоти рослин змінювалась і кількість на них листків. Під час збирання врожаю найбільшою вона була в рослин за використання Суспензії Хлорели у сорту Оксаніт – 8,3 і у Нектар 8,1 шт./росл., а найменшою – 7,9 шт./росл. У сорту Нектар за використання Nostoc-M (табл.).

Таблиця. Біометричні показники рослин коріандру посівного у фазу технічної стиглості зелені залежно від сорту і передпосівної обробки насіння

Біопрепарат	Висота рослин, см	Кількість листків, шт./росл
Оксаніт		
Вода (контроль)	19,6	7,8
Суспензія Хлорели	21,4	8,3
Nostoc-M	19,8	8,0
Біонорма антистрес	20,1	8,2
Нектар		
Вода (контроль)	19,3	7,8
Суспензія Хлорели	21,2	8,1
Nostoc-M	19,7	7,9
Біонорма антистрес	19,9	8,1

Генеративного розвитку рослина досягає на початку утворення квітконосного пагона. Використання регуляторів росту прискорює або подовжує початок його росту. Довжина центрального квітконосного пагона в рослин коріандру посівного перед збиранням насіння була більшою за використання Суспензії Хлорели – 41,6 см у сорту Оксаніт і 42,1 см у сорту Нектар, що переважало контроль відповідно на 2,7 та 2,9 см. Коротший ентральний квітконосний пагін був сформований рослинами сорту Оксаніт за використання Nostoc-M – 40,0 см. Довжина бічних квітконосних пагонів залежить від довжини основного квітконосного пагона. Так, у сорту Оксаніт довжина пагонів другого порядку за використання Суспензії Хлорели була більою – 25,9 см і переважала контроль на 6,6 см. Пагони першого порядку за використання Nostoc-M були коротшими й їх довжина становила 20,1 см, що на 0,8 см більше за контроль.

Встановлено,що біологічні особливості, сила росту коріандру посівного та біопрепарати впливають на кількість бічних квітконосних пагонів і відповідно на його врожайність. Так, найбільшу кількість квітконосів утворили рослини сорту Нектар за застосування Суспензії Хлорели – 29,9 шт./росл**.** В процесі досліджень встановлено, що найкращі товарні якості мали рослини коріандру посівного сорту Нектар за намочування насіння розчинами Суспензії Хлорели та Nostoc-M.

Висновки. Урожайність коріандру посівного с головним показником, за яким визначають рентабельність його вирощування. Продуктивність коріандру посівного залежала значною мірою від маси рослини та її насіння. Проведені нами дослідження показали, що передпосівна обробка насіння регуляторами росту рослин сприяла збільшенню врожайності коріандру посівного. У середньому нижчу врожайність зеленої маси одержали в сорту коріандру посівного Нектар за намочування насіння у воді. Доведено, що кращим регулятором росту рослин для коріандру посівного сортів Оксаніт і Нектар є Nostoc-M, застосування якого забезпечило найвищу врожайність відповідно 3,41 та 3,22 т/га зеленої маси. Істотне збільшення врожайності одержали за обробки насіння біопрепаратом Біонорма антистрес, що відповідно до сорту дозволило отримати додатково 0,56 і 0,48 т/га високоякісної зеленої маси.

Література

1.Родіонов А.В., Петренко С.О. Ефективність мікробіологічних біопрепаратів в посівах гібридів соняшнику за різних строків сівби. *Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, з нагоди Дня науки в Україні Одеса: Олді+, 2024. С. 88-90.

2. Поздняков В.Ю., Петренко С.О. Інноваційні елементи сучасної технології вирощування коріандру посівного за різних строків сівби. *Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України*: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, з нагоди Дня науки в Україні Одеса: Олді+, 2024. С. 80-82.

3. Петренко С., Поздняков В. Як вирощувати коріандр: технологія і досвід *Овочі та фрукти: Всеукраїнський журнал.* 2024. № 9 (159). С. 10-16. URL:https://www.proof.com.ua/wpcontent/uploads/2023/09/OF_%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C_2023.pdf

4. Юркевич Є.О., Валентюк Н.О., Петренко С.О., Родіонов А.В., Грабовецька О.А. Ефективність застосування біопрепаратів при вирощуванні соняшнику кондитерського в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 118-125. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.182.

5.Lyudmyla V. Peshuk, Daria Y. Prykhodko, Olha V. Kozhemiaka, Svetlana A. Petrenko, Oles Honchar. Green algae: focus on innovation, functionality and naturalness. *Journal of Chemistry and Technologies.* 2024. Vol. 32 No. 2. P. 138-152.

АДАПТАЦІЯ ПРАЦІВНИКІВ АГРАРНОЇ СФЕРИ УКРАЇНИ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТА ВІЙСЬКОВИХ ВИКЛИКІВ

Полагенько О.С., науковий співробітник
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
Одеса, Україна

Агропромисловий комплекс України зазнав значного тиску внаслідок повномасштабного вторгнення росії у 2022 році, але не дивлячись на складні умови сьогодення сільське господарство залишається одним з найбільш перспективних секторів економіки. Аграрії стикаються з надзвичайними викликами – війна не лише змінила соціально-економічний сегмент аграрного сектору, а й суттєво загострила вже наявні виклики, пов'язані зі зміною клімату. Фермери, в умовах, коли стабільність та передбачуваність порушені, змушені в найкоротші терміни адаптуватися до нових реалій, де одночасно поєднуються небезпека від військових дій, загальний дистрес населення, руйнування інфраструктури, порушення агроекологічного балансу та нестабільність природних умов.

У процесі огляду наукової літератури, присвяченій адаптації аграрного сектору до воєнних викликів, можна виокремити ключові чинники, які визначають структуру адаптації фермерів до сучасних українських реалій.

Економічні та екологічні чинники, а саме втрата ринків збуту, порушення логістики, блокада та постійні обстріли чорноморських портів, втрата посівних площ (території що знаходяться в окупації та в прифронтовій зоні), виснаження ґрунтів, постійні обстріли територій з високою агропотужністю (сільськогосподарська техніка, склади, елеватори, зерносховища, виробничі будівлі), подорожчанням ресурсів (паливо, добрива, насіння та ін. матеріали) [1].

Психологічні чинники мають значний вплив на ведення сільськогосподарського виробництва в реаліях сьогодення. Фермери, що працюють на деокупованих територіях країни відчувають небезпеку через нерозірвані снаряди та заміновані поля, проявляється феномен «психологічного виснаження», наслідком якого є зниження мотивації до діяльності в агарному секторі. По всій країні у працівників агросфери фіксується підвищений рівень стресу, тривожність, відчуття нестабільності та відсутності планів на майбутнє. Зростає потреба у психологічній підтримці та у формуванні адаптаційних стратегій поведінки (індивідуальних і колективних). Актуальності набувають знання щодо ведення агровиробництва в небезпечних умовах та відсутності стабільності.

Соціальні чинники відіграють не менш важливу роль в адаптації аграріїв до нових умов, що склалися під впливом як військових дій, так і кліматичних змін. Війна призвела до дефіциту робочої сили внаслідок внутрішнього переміщення населення до більш безпечних регіонів, зовнішньої міграції та масової мобілізації. З'явилася необхідність соціальної підтримки внутрішньо переміщених працівників (соціальної, організаційної, психологічної, інформаційної) [2]. Паралельно з цим через змінені кліматичні умови (тривалі посухи, підвищення температур, зміщення агрокліматичних зон) зростає потреба у більш гнучкому та оперативному підході до сільськогосподарської

праці. Всі ці фактори вимагають розвитку адаптивних стратегій управління людськими ресурсами, створення умов для навчання, перепідготовки та інтеграції нових працівників у трансформоване агросередовище.

Організаційні чинники, що пов'язані з адаптацією до нових умов функціонування аграрних підприємств: використання цифрових платформ, розширене використання онлайн інструментів для управління агробізнесом, непланова тривала відсутність забезпечення електроенергією, інтернетом, втрата налагоджених робочих зв'язків, що змушує активно шукати нових партнерів, залучення до грантових програм державної і міжнародної підтримки [3].

Фермерам в умовах війни доводиться змінювати структуру виробництва, переходити на більш стійкі до кліматичних змін культури, використовуючи досвід екологічного землеробства. Паралельно аграрії вивчають можливості застосування цифрових рішень, що дозволяють зменшити екологічне навантаження та оптимізувати використання ресурсів. Фермери, спираючись на власний досвід та інтуїцію, знаходять ефективні рішення навіть у найскладніших умовах. У цьому контексті особливо важливою є їхня психологічна адаптація, що допомагає зберігати мотивацію, віру у важливість своєї діяльності та відчуття причетності до спільної справи для наближення перемоги країни. Психологічна стійкість та здатність аграріїв адаптуватися до численних викликів є прикладом для наслідування і джерелом натхнення для тих, хто прагне зростати навіть у кризових обставинах.

Отже війна в Україні створила безпрецедентні виклики для аграрного сектора. Сучасне ведення фермерство в умовах війни та змін клімату – це не просто вирощування сільськогосподарської продукції, а й прийняття ризиків, психологічна та соціальна стійкість, безперервна адаптація до змін та активна участь у взаємодії з іншим бізнесом, громадами, державою та волонтерами.

Тому можна стверджувати, що адаптація фермерів сьогодні потребує системного підходу, який включає економічні, організаційні, соціальні, психологічні й безпекові фактори. Це сприятиме не тільки відновленню та розбудові аграрної галузі країни, але й забезпеченню її стійкості. І в цьому контексті особистісна стійкість фермера, його здатність протистояти стресу та швидко адаптуватися, приймати складні рішення в нестабільних умовах та невизначеності, зберігати віру в майбутнє є визначальним фактором збереження життєздатності як окремих господарств, так і аграрної галузі в цілому.

Література

1. Мурована Т. Вітчизняне підприємництво в умовах воєнного стану: основні тенденції та методи підтримки. *Економіка та суспільство.* 2023. № 47. С. 8.

2. Негрей М., Тараненко А., Костенко І. Аграрний сектор України в умовах війни: проблеми та перспективи. *Економіка та суспільство.* 2022. Вип. № 40. С. 9.

3. Скопенко Н., Северина І, Голобородько В. Інструменти та стратегії розвитку українських підприємств в умовах викликів війни. *Інвестиції: практика та досвід*. 2024. Вип. № 6. С. 57-64

ЗМІНА КЛІМАТУ ТА СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Понько Л.П., кандидат сільськогосподарських наук
Димчук А.В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. Зміни в кліматі останніми роками відчуваються дедалі гостріше. Переважною більшістю екологічних проблем є наслідок людської діяльності, яка спричиняє величезні зміни в екосистемі. Фахівці стверджують, що зміна клімату запускає багато незворотніх процесів, адже навіть маленькі зміни в екосистемі приводять до катастроф у подальшому [3, 5].

Забруднення повітря – одна із найбільших екологічних проблем. Негативний вплив видобувної та переробної промисловості, сільського господарства, транспорту, будівельних відходів, використання пластику, вирубка лісів, осушення боліт, отруєння забруднювальними речовинами територій, урбанізація, забруднення екосистем різноманітними відходами [3, 5, 6]. Найбільший негативний вплив на атмосферу має війна. Через постійні вибухи, пожежі – мільйони тонн різних викидів попадають в атмосферу (дрібнодисперсний пил, ангідриди, альдегіди, оксиди азоту та сірки, тощо). Усі ці чинники призводять до масової гибелі тварин та рослин. Згідно даних WWF, кількість популяції ссавців, птахів, риб, рептилій та земноводних скоротилася майже на 69 % [1, 2, 7].

Матеріали та методи. Для вивчення впливу сільського господарства на клімат було використано аналітичний метод досліджень.

Результати та обговорення. Останніми роками в Україні значно посилився вплив зміни клімату на сільське господарство. Ці зміни часто провокують самі аграрні підприємства.

До негативних наслідків впливу сільського господарства на клімат відносяться:

– виснаження та деградація ґрунту (ерозія, зниження вмісту органічної речовини, підкислення, засолення та втрата родючості);

– через виснаження існуючих аграрних угідь ліси вирубуються під нові (це порушує баланс екосистеми);

– втрата біорізноманіття (це проявляється у неможливості певних видів рослин вижити в аномальних кліматичних умовах, а також у порушенні екологічного балансу внаслідок польових робіт);

– забруднення прибережних вод, закислення океану (результат великої кількості хімічних засобів захисту рослин та їх витік у водойми) [4, 5].

Вже сьогодні аграріям потрібно удосконалювати методи роботи, для зменшення збитків навколишньому середовищу та адаптуватися до змін.

Сільське господарство повністю залежить від клімату, тому фермерам доводиться пристосовуватися до аномальних погодних умов. Зміна клімату змушує фермерів шукати нові підходи та методи отримання високих врожаїв.

При відсутності опадів виникає потреба штучного зрошення, високі температури провокують нашестя шкідників, а це в свою чергу призводить до більшого застосування інсектицидів та використання водних ресурсів. У регіонах зі складною кліматичною ситуацією ведення сільського господарства є занадто витратним і складним.

Головним завданням для аграріїв є адаптація сільського господарства до змін клімату. Фермерам потрібно враховувати особливості клімату, потреби сільськогосподарського виробництва, доступність та рентабельність вибраних методів. Проте універсального рішення немає, адже вибір стратегії залежить від регіону.

Для адаптації аграрного виробництва селекціонери виводять нові сорти рослин (більш стійкі до перепадів температури, нестачі або надлишку води), екологи розробляють стратегії ефективного управління ґрунтом, які зменшують його виснаження та зниження обсягів використання хімічних речовин.

Існує перелік методів, які можна використовувати (незалежно від регіону) для адаптації сільського господарства до змін клімату:

– моніторинг погодних умов (для забезпечення високих врожаїв та зниження ризиків використовувати спеціалізовані онлайн-інструменти для своєчасного реагування на потенційні небезпеки для сільського господарства);

– створення екологічно безпечної дренажної системи (перешкоджає надмірному стоку гербіцидів та добрив у водойми);

– штучне зрошення (забезпечує стабільний розвиток рослин);

– збір дощової води (це метод дуже корисний для ведення сільського господарства у посушливих районах, він дозволяє заощаджувати водні ресурси);

– точне землеробство (застосування дронів та супутників для моніторингу стану рослин та ґрунту. Фермери можуть підбирати оптимальні культури для певних ділянок поля та обробляти їх відповідно до потреб. Точне землеробство дозволить зробити сільське господарство більш безпечним);

– посадка покривних культур (допомагає запобігати ерозії ґрунту, стримувати водні потоки, перетворювати азот на корисні для рослин форми. Покривні культури це органічний гній та корм для тварин);

– нульовий обробіток ґрунту (no-till) (запобігає ерозії ґрунту, сприяє зменшенню витрат на обслуговування сільськогосподарської техніки та обробіток ґрунту);

– використання адаптивних культур (вони більш стійкі до несприятливих умов);

– сівозміна (використовується для боротьби з бур’янами та шкідниками, а також регулювання використання хімікатів);

– диверсифікація (підвищує біорізноманіття екосистем) [5].

Висновки. Сільське господарство не є єдиною причиною зміни клімату, проте його вплив надзвичайно великий. Тому фермерам доводиться шукати нові підходи та методи отримання високих врожаїв, пристосовуватися до аномальних погодних умов. Для адаптації сільського господарства до змін клімату потрібно застосовувати точні і стійкі методи, які дозволять пом'якшити негативні наслідки галузі.

Література

1. Випалена земля і забруднена вода: катастрофічні екологічні наслідки війни Росії проти України URL: https://www.radiosvoboda.org/a/ekolohichna-katastrofa-cherez-viynu-rosiyi/31921705.html (дата звернення 10.05.2025)

2. Війна та екологія: чому природа стає жертвою збройного конфлікту? URL: https://iaa.org.ua/articles/vijna-ta-ekologiya-chomu-pryroda-staye-zhertvoyu-zbrojnogo-konfliktu/ (дата звернення 10.05.2025)

3. Глобальні екологічні проблеми 2023 року. URL: https://www.savednipro.org/globalni-ekologichni-problemi-2023/ (дата звернення 11.05.2025)

4. Зміна клімату та сільське господарство: як адаптуватися? URL: https://eos.com/uk/blog/zmina-klimatu-ta-silske-hospodarstvo/ (дата звернення 12.05.2025)

5. Матеріали науково-практичної конференції «Актуальні проблеми захисту довкілля», 26 жовтня 2021 року. Київ: Національний педагогічний М.П. Драгоманова, 2021. 144 с. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://prf.udu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/11/%D0%97%D0%91%D0%86%D0%A0%D0%9D%D0%98%D0%9A-2.pdf (дата звернення 08.05.2025)

6. Основні екологічні проблеми людства, їх глобальний характер та суть. URL: https://osvita.ua/vnz/reports/bjd/23700/ (дата звернення 08.05.2025)

7. Який вплив війни на екологію. URL: https://eco.aep.kiev.ua/novini/vpliv-vijni-na-ekologiyu/ (дата звернення 10.05.2025)

Секція 5. Сучасні підходи гарантування безпеки та якості продуктів харчування

Section 5. Modern approaches to ensuring and assuring food safety and quality

COMPARATIVE ACTIVITY OF *GANODERMA APPLANATUM* AND *GANODERMA LUCIDUM* AS PRODUCERS OF ANTIVIRAL POLYSACCHARIDES

Kovalenko O. [1,2], DSci, Professor
Kyrychenko A. [1,2], DSci, Senior Researcher
Shchukin Y. [1], PhD student
Bondarenko T. [1], Senior Engineer
[1]D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[2]Institute of Biochemistry and Biophysics, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

Introduction. Fungi of the genus *Ganoderma* (*Basidiomycota*) are recognized for producing biologically active compounds with antiviral properties. These compounds can suppress the infectivity of phytopathogenic viruses and induce plant resistance to viral infections [1-3]. In addition to secondary metabolites, *Ganoderma* species incorporate bioactive polysaccharides, such as glucans, into their mycelial structures. Our previous research demonstrated that *Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk produces antiviral glucans with a molecular weight of 48-70 kDa, which we extracted from the mycelium using aqueous, acid, and alkaline extraction techniques [4].

This study aimed to extract and characterize the physicochemical and biological properties of polysaccharide fractions from the mycelium of *Ganoderma applanatum* (Pers.:Wallr.) Pat. (strain 920) and *Ganoderma lucidum* (Curtis:Fr.) Karst. (strain 1900), obtained from the culture collection of the M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, kindly provided by Professor N.A. Bisko.

Materials and methods. Fungal inocula were cultured on malt peptone broth (MPB) agar at 28°C for 7 days (Fig. 1a). The resulting mycelium was fragmented, aseptically transferred to a liquid medium (glucose-peptone medium supplemented with yeast extract and mineral salts) containing 2.5% glucose, and then incubated in Erlenmeyer flasks at 37°C for 48 h on a rotary shaker (220 rpm) (Fig. 1b). The developed wet biomass (fungal mycelium) was harvested via vacuum filtration, lyophilized, and weighed. Polysaccharide fractions were sequentially extracted from homogenized mycelium using: (a) distilled water (aqueous fraction); (b) 0.1 N HCl (acidic fraction); and (c) 0.1 N NaOH (alkaline fraction). Obtained extracts were dialyzed against tap water and then distilled water to remove solvents, followed by lyophilization and weighing for analysis.

Results and discussion. Both *Ganoderma* species produced sufficient biomass in liquid culture, in quantities allowing for the isolation of biologically active substances from the mycelium. However, *G. lucidum* (strain 1900) exhibited greater productivity, accumulating 2.8 times more biomass than *G. applanatum* (strain 920). Furthermore, *G. lucidum* yielded more polysaccharides, with the aqueous fraction accounting for 18.3% of the initial mycelial dry weight, compared to 8.7% for

G. applanatum. During cultivation, part of the mycelium became dispersed rather than forming conglomerates (aggregates) around mycelial fragments floating to the surface of the medium.

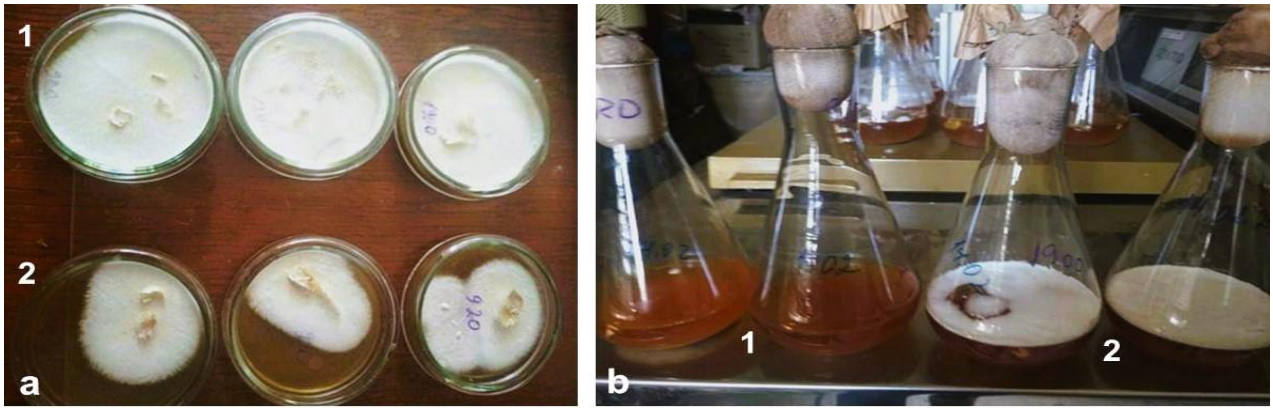

Fig. Fungal cultivation: G. lucidum (strain 1900) (1) and G. applanatum (strain 920) (2) on nutrient MPB agar (a) and liquid mineral medium (b).

Upon cessation of mechanical agitation, this dispersed mycelium fraction, localized on the surface of media due to its lower specific gravity, was separated and analyzed for the polysaccharide occurrence and content in fractions a, b, and c. It was found that this dispersed biomass contained a significantly higher proportion of target polysaccharides than those in the aggregated state (micelial conglomerates). The aqueous fraction from dispersed mycelium accounted for 26.2% of the initial dry weight, compared to lower yields from the aggregated biomass (Table).

Table. Productivity of glycans of two *Ganoderma* sp. species required for the preparation of artificial bionanocomposites (BNC)

Factions	Extraction method	Weight of mycelium, g	Product yield, g / %
***G. lucidum* (strain 1900)**			
Upper (solid)	aqueous	4.2	0.77 / 18.3
	acidic	4.2	0.11 / 2.6
	alkaline	4.2	0.04 / 0.1
Lower (dispersed)	aqueous	0.42	0.11 / 26.2
	acidic	0.42	0.21 / 50.0
	alkaline	0.42	0.01 / 2.4
***G. applanatum* (strain 920)**			
Total	aqueous	1.5	0.13 / 8.7
	acidic	1.5	0.04 / 2.7
	alkaline	1.5	0.07 / 4.7

These findings underscore the value of suspension cultivation, which favors the growth of discrete mycelial cells and enhances the yield of target product – polysaccharide-rich biomass. This aligns with previous studies on fungal cultivation

highlighting the benefits of suspension culture for increasing bioactive polysaccharide yields [5-6]. Optimization of pH and carbon source of suspension cultures, such as glucose addition, has been shown to further boost both intracellular and extracellular polysaccharide production [7].

The obtained results are very important in view of the fact that the higher polysaccharide yield from *Ganoderma* species are highly perspective as a source of antiviral agents. Polysaccharides from *Ganoderma* species are known to exhibit antiviral effects by inducing systemic acquired resistance (SAR) in plants, as demonstrated against wide range of phytopathogens [8]. β-glucans can trigger disease resistance against TMV as well as against other plant viruses [1, 9-11]. The glucans characterized in this study, with a molecular weight of 48–70 kDa and chemical composition consistent with previous findings [4], resemble natural elicitors that activate plant defense mechanisms through pattern recognition receptors (PRRs). As such, they can prime plant immunity, inducing resistance against phytopathogens without eliciting pathological effects.

Conclusions. Our results highlight the effectiveness of suspension culture techniques for optimizing the production of polysaccharide-rich mycelium in *Ganoderma* species, leading to higher yields of bioactive compounds. *G. lucidum* proved to be a more efficient producer of both biomass and polysaccharides compared to *G. applanatum*, positioning it as a promising candidate for the development of antiviral biopreparations. Future research will focus on detailed physicochemical characterization of the extracted polysaccharides and evaluation of their antiviral activity against a broader spectrum of phytopathogenic viruses, supporting their potential in sustainable organic agriculture.

Acknowledgments: This work was supported by the National Academy of Sciences of Ukraine under R&D Projects (No. 0125U000536, 0125U000535) and the Polish Academy of Sciences through the Long-term program of support of the Ukrainian research teams (No.PAN.BFB.S.BWZ.407.022.2024).

References

1. Kovalenko O. G., Polishchuk O. N., Krupodorova T. A., Bisko N. A., Buchalo A. S. Screening of metabolites produced by strains of *Ganoderma lucidum* [Curt.: Fr] P. Karst and *Ganoderma applanatum* [Pirs.: Waller] Pat. for their activity against tobacco mosaic virus. *Bulletin of Taras Shevchenko Kyiv National University. Series: Biology*. 2008. Issue 1. P. 32–34.

2. Kovalenko O. G., Polishchuk O. N. Wasser S. P. Virus resistance induced by glucuronoxylomannan isolated from submerged cultivated yeast-like cell biomass of medicinal yellow brain mushroom *Tremella mesenterica* Ritz.: Fr. (Heterobasidiomycetes) in hypersensitive host plants. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 2009. Vol. 11(2). P. 199-205. https://doi.org/10.1615/intjmedmushr.v11.i2.90.

3. Kovalenko A. G., Polishchuk E. N., Influence of glucuronoxylomannan of Tremella mesenterica Ritz. Fr. (Basidiomycota) on plant resistance to tobacco mosaic virus. *Microbiological journal*. 2009. Vol. 71(1). P. 50-56. [in Ukrainian].

4. Kovalenko O. H., Polishchuk O. M., Vasser S. P. Glycans of higher Basidiomycetes mushroom *Ganoderma adspersum* (Schulzer) Donk: isolation and antyphytoviral activity. *Biotechnologia Acta*. 2010. Vol. 3(5). P. 83-91. http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000064344 [in Ukrainian].

5. Ye L., Liu S., Xie F., Zhao L., Wu X. Enhanced production of polysaccharides and triterpenoids in *Ganoderma lucidum* fruit bodies on induction with signal transduction during the fruiting stage. *PLoS ONE*. 2018. Vol. 13(4). e0196287. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196287.

6. Dudekula U. T., Doriya K., Devarai S. K. A critical review on submerged production of mushroom and their bioactive metabolites. *3 Biotech*. 2020. Vol. 10(8). https://doi.org/10.1007/s13205-020-02333-y.

7. Hsieh C., Hsu T., Yang F. Production of polysaccharides of *Ganoderma lucidum* (CCRC36021) by reusing thin stillage. *Process Biochemistry*. 2004. Vol. 40(2). P. 909-916. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.02.004.

8. Riseh R. S., Vazvani M. G., Kennedy J. F. β-glucan-induced disease resistance in plants: a review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. Vol. 253. Article 127043. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.127043.

9. Zhang Z., Diao H., Wang H., Wang K., Zhao M. Use of *Ganoderma lucidum* polysaccharide to control cotton fusarium wilt, and the mechanism involved. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2019. Vol. 158. P. 149-155. https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.05.003

10. Pertiwi M. a. K. P., Suryanti S., Somowiyarjo S. Inhibition of *Rehmannia mosaic virus* infection by *Ganoderma* sp. extract. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 2020. Vol. 24(2). P. 175. https://doi.org/10.22146/jpti.49592.

11. Yoon J., Gangireddygari V. S. R., Cho I., Chung B., Yoon B., Choi S. Effects of β-glucans from *Aureobasidium pullulans* on *Cucumber Mosaic Virus* infection in chili pepper. *Research in Plant Disease*. 2021. Vol. 27(1). P. 17-23. https://doi.org/10.5423/rpd.2021.27.1.17.

ГРЕЧКА ТАТАРСЬКА У СВІТОВІЙ ПРОДОВОЛЬЧІЙ СИСТЕМІ: ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ТА ЗДОРОВ'Я В КОНЦЕПЦІЇ ONE HEALTH

Аверчев О.В., д.с-г.н., професор, завідувач кафедри землеробства
Нікітенко М.П., PhD, старший викладач
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Кропивницький, Україна

У контексті трансформації аграрного сектору України в напрямі сталого розвитку та екологізації, все більшої уваги набувають нішеві культури, серед яких перспективною є гречка татарська *(Fagopyrum tataricum)*. Її вирощування відповідає сучасним викликам – як агроекологічним, так і соціально-економічним.

Світовий ринок органічної та безглютенової продукції демонструє динамічне зростання. За даними Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), у 2023 році глобальні продажі органічної продукції сягнули понад 135 млрд євро, з них суттєву частку складають круп'яні культури, зокрема гречка [1]. Водночас, згідно з прогнозами Statista, ринок безглютенової продукції до 2025 року досягне 11,5 млрд доларів США, з річним приростом 9–10% [2]. На цьому тлі зростає попит на культури з підвищеною біологічною цінністю, які не містять глютену. Гречка татарська вирізняється високим вмістом рутину, магнію, заліза, антиоксидантів і білка, що формує її конкурентну перевагу в ніші функціонального харчування.

Окрім харчової цінності, татарська гречка є цінною агрономічною культурою з погляду адаптації до кліматичних змін. Вона толерантна до високих температур, нестачі вологи та здатна рости на бідних або деградованих, слабо-структурованих ґрунтах, що актуально для зон ризикованого землеробства, зокрема півдня України. Культура має короткий вегетаційний період (до 90 днів), що дозволяє ефективно вписувати її у сівозміну як повторну або страхову культуру. Відповідно до наукових розробок колективу ХДАЕУ (2025) гречка татарська здатна формувати стабільний урожай навіть за умов тривалих посух і температурного стресу, а також сприяє покращенню фітосанітарного стану полів завдяки алелопатичним властивостям, пригнічуючи розвиток бур'янів [3].

Незважаючи на ці переваги, вирощування гречки татарської в Україні недостатньо розвинене. Основні обсяги її виробництва зосереджені в Китаї, Непалі, Індії, натомість на європейському ринку попит на продукти з цієї культури зростає. Станом на 2024 рік, за даними офіційних статистичних звітів та аналітики аграрного ринку, крупа з гречки татарської за ціною значно перевищує вартість гречки звичайної, коштуючи у роздріб приблизно в 2–3 рази більше. Орієнтовна ціна на гречку татарську коливається в межах 7–12 євро за кілограм, що зумовлено її обмеженою пропозицією та специфічними споживчими властивостями [4]. Це створює сприятливі умови для малого та середнього аграрного підприємництва, зокрема в сегменті органічного виробництва, локальних переробних потужностей, фермерських брендів і

кооперації. Низька конкуренція на внутрішньому ринку України дозволяє швидко зайняти нову агропродовольчу нішу, з високою доданою вартістю та експортним потенціалом.

Незважаючи на агроекологічні та економічні переваги гречки татарської *(Fagopyrum tataricum)*, її поширення в Україні стримується низкою факторів, серед яких провідне місце займає низький рівень обізнаності серед фермерів, споживачів та аграрних консультантів. У більшості аграрних регіонів культура залишається маловідомою, її часто плутають зі звичайною гречкою або не розглядають як перспективну нішу через відсутність практичного досвіду вирощування, ринку збуту та технологічних рішень. Згідно з оцінкою FAO (2021), в Україні лише 0,1% фермерів займаються вирощуванням нішевих псевдозернових культур, і ще менше – гречки татарської [5].

Однією з ключових проблем є відсутність локалізованих адаптованих технологій вирощування, збирання та переробки татарської гречки. Більшість агротехнічних рекомендацій доступні лише англійською або китайською мовами та базуються на умовах гірських регіонів Китаю, Непалу та Тибету. В Україні ж практичні напрацювання щодо гречки татарської як адаптивної культури для Степу, Лісостепу чи Полісся практично відсутні. Також немає спеціалізованих технологічних карт, сортів чи рекомендацій щодо інтегрованого захисту, що ускладнює її масштабування. Зокрема, до державного Реєстру сортів України наразі не внесено жодного сорту гречки татарської, на відміну від звичайної посівної гречки, яка має понад 10 сортів української та іноземної селекції [6].

Крім того, низький рівень кооперації серед мікромалих і середніх підприємствах (ММСП) значно ускладнює розвиток нових нішевих напрямів, зокрема в органічному сегменті. За даними аналітичного звітів міжнародних партнерів-організацій лише 12% дрібних фермерських господарств у південних областях України залучені до активної кооперації або кластерного співробітництва [7]. Водночас саме малі виробники могли б ефективно реалізовувати потенціал гречки татарської через об'єднання в кооперативи, спільне використання обладнання для очищення, лущення, фасування, а також колективний вихід на ринок органічної чи безглютенової продукції.

На тлі змін клімату, обмеженості водних і мінеральних ресурсів, а також зростання цін на агровиробничі засоби, особливої уваги заслуговують агрономічні переваги гречки татарської, що роблять її перспективною культурою для ресурсозбережувального землеробства. Вона характеризується високою адаптивністю до несприятливих умов: здатна рости на слабо-структурованих ґрунтах, не потребує інтенсивного внесення добрив, стійка до шкідників і хвороб, завдяки чому зменшується потреба в пестицидах. Це робить її придатною для вирощування в умовах ризикованого землеробства Півдня, Сходу та Центральної України. За даними досліджень Китайської академії аграрних наук (CAAS), гречка татарська показує високу стійкість до засух і температурних коливань, забезпечуючи стабільний урожай за умов дефіциту вологи [8].

Для підприємців аграрного сектору гречка татарська відкриває нові можливості як у виробництві, так і в переробці. Завдяки своїм функціональним властивостям (безглютеновість, високий вміст рутину, білка, клітковини) вироби з неї позиціонуються як продукти здорового харчування, що користуються зростаючим попитом у ЄС, Канаді та Японії. Ринок готової продукції включає не лише крупу, а й борошно, макарони, хлібці, снеки, безглютенове печиво, а також дієтичні добавки. Малі підприємства можуть реалізувати локальний брендинг через фермерські торгові марки, створення еко-пакування, використання історичних чи етнокультурних мотивів (згадка про татарське походження, Карпати, Поділля тощо). Згідно з даними проєкту *"Made in Nature – Discover the Principles of Organic"*, локально перероблена органічна продукція має у 2,5 раза вищу додану вартість порівняно з експортом сировини [9].

Крім економічних факторів, вирощування гречки татарської має значний соціальний ефект. Завдяки невеликим площам посіву, мінімальній механізації та простим агротехнічним вимогам, її можуть ефективно сприяти вирощуванню у малих фермерських господарствах, особливо в умовах повоєнного відновлення сільських територій. Досвід жіночих фермерських кооперативів у Західній Україні, що вирощують гречку, свідчить про зростання зайнятості та доходів у громадах — за підтримки проєктів USAID AGRO та UN Women, кількість зареєстрованих жінок-фермерок у 2023 році зросла на 18% [10,11].

Крім того, збереження та розвиток гречки татарської як традиційної культури сприяє відродженню гастрономічної спадщини України. У низці етнографічних регіонів (зокрема, на Покутті, Поділлі, Закарпатті) існують локальні рецепти, що базуються на гречці татарській: киселі, каші, галушки, що сьогодні можуть бути адаптовані в рамках гастротуризму або екофермерських фестивалів. Ініціативи з підтримки локальних сортів і традиційних продуктів у межах програми "Slow Food" (Італія) або "Presidia" підтримують саме такі фермерські моделі [12].

Гречка татарська постає як перспективна нішева культура, здатна забезпечити розвиток екологічного агровиробництва, формування локальних фермерських брендів і вихід на зовнішні ринки з високою доданою вартістю. Її здатність витримувати посушливі умови, рости на бідних ґрунтах і не вимагати значних затрат на добрива й засоби захисту рослин робить її особливо актуальною в умовах кліматичних змін і зростання вартості ресурсів. Попит на безглютенову та функціональну продукцію продовжує зростати у світі, що відкриває значні можливості для дрібних і середніх агровиробників в Україні. До того ж, ця культура дає змогу залучати до виробництва сімейні господарства, жіночі ініціативи та сприяти зайнятості у сільських громадах.

Щоб зробити перший реальний крок для популяризації вирощування гречки татарської в Україні, доцільно зосередитися на демонстрації її біологічного потенціалу в польових умовах, формуванні локальних технологічних рішень і налагодженні інформаційної підтримки виробників. Наукове та дорадче середовище, у співпраці з фермерами та за підтримки

міжнародних проєктів, може відіграти ключову роль у запуску цієї ініціативи. Водночас формування доданої вартості при виробництві даної культури має базуватись не лише на виробництві сировини, а й на створенні якісної переробки, локальному пакуванню та просуванні продукції на основі цінностей здорового харчування, культурної автентичності й кліматичної стійкості.

Література

1. IFOAM – The World of Organic Agriculture 2023. Офіційний сайт. URL: https://www.ifoam.bio (дата звернення: 10.05. 2025).

2. Statista – Gluten-free Food Market Офіційний сайт. URL: https://www.statista.com/statistics/1095370/global-gluten-free-food-market-size/ (дата звернення: 05.05.2025).

3. Гречка: адаптивні технології вирощування : навчальний посібник / О. В. Аверчев, М. П. Нікітенко, П. С. Ворона ; Херсонський державний аграрно-економічний університет. Одеса : Олді+, 2025. 256 с.

4. Костантіно Ф. Звіт про міжнародні добровільні та обов'язкові вуглецеві ринки з особливим акцентом на механізми, які застосовуються у випадку низьковуглецевого сільського господарства та потенційні можливості для українських розробників. 2022. URL: рокуhttps://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-11/FINAL%20REPORT%20UNDP%20LH%20CARBON%20FARMING%20UKR.pdf (дата звернення: 12.04.2025).

5. Аверчев О.В., Фесенко Г.О. Сучасний стан та перспективи вирощування гречки в Україні та світі. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку*: збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції. ОДАУ, Агробіотехнологічний факультет. Одеса, 2022. С.14-18. URL: https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2022/12/Materialy-konferentsiyi-24-25.12.22.pdf#page=14 (дата звернення: 24.04.2025).

5. FAO Ukraine. Офіційний сайт. URL: https://www.fao.org/ukraine. (дата звернення: 16.04.2025).

6. Державний реєстр сортів рослин України. URL: https://sops.gov.ua/reestr-sortiv. (дата звернення: 21.05.2025).

7. Аверчев О., Жосан Г., Йосипенко І. Сучасні аспекти економічного розвитку круп'яної галузі України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка.* 2023. 16. 44-54. https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.16.6

8. Li S., Zhang L., Gao Y. та ін. Agronomic characteristics and grain yield of buckwheat (Fagopyrum esculentum Moench) as affected by sowing date and cultivar. *Agronomy.* 2020. Т. 10, № 11. С. 1–15. DOI: 10.3390/agronomy10111694.

9. Made in Nature. Офіційний сайт. URL: https://www.madeinnature.org (дата звернення: 12.04.2025).

10. USAID AGRO Офіційний сайт. URL: https://agro-ua.com (дата звернення: 24.04.2025).

11. UN Women Ukraine Офіційний сайт. URL: https://ukraine.unwomen.org (дата звернення: 25.04.2025).

12. Slow Food Foundation for Biodiversity. Офіційний сайт. URL: https://www.fondazioneslowfood.com/en/ (дата звернення: 24.04.2025).

ВПЛИВ СПОСОБУ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ЗРОШЕННЯ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БОБОВИХ КОРМОВИХ ТРАВ НА ЗМІНИ В АГРОХІМІЧНОМУ СКЛАДІ ҐРУНТУ

Влащук А.М.[1], кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Дробіт О.С.[1], кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник
Валентюк Н.О.[1], кандидат технічних наук, старший дослідник
Іванов Г.М.[1], аспірант
Куліджанов Е.В.[1,2], кандидат сільськогосподарських наук, доцент
[1]Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Одеса, Україна
[2] Південний міжрегіональний центр державної установи Інститут охорони ґрунтів України, Одеса, Україна

Вступ. Бобові кормові трави є найкращими попередниками в сівозміни, збагачують ґрунт азотом і поліпшують його структуру, що сприяє вирощуванню с.-г. культур – як насіння, так і товарного зерна [1,2]. Виступають фітомеліорантом для солонцюватих ґрунтів не тільки за рахунок дренування, а й за рахунок кореневого виділення вугільної кислоти, яка запускає хімічний процес розсолювання. Здатні забезпечити рекультивацію земель, що зазнали техногенного навантаження, менш витратним біологічним методом [3].

В зв'язку з цим в агровиробництві постало питання біологізації та органічного землеробства як невід'ємної та пріоритетної складової науково-технічного прогресу в сільському господарстві. Тому дослідження по вивченню процесу формування продуктивності с.-г. культур в сівозміні та зміни еколого-меліоративного та фітосанітарного стану ґрунтів залежно від вивчаємих факторів представляє значний науковий інтерес та є актуальним [3,4].

В дослідженні вирішували питання оздоровлення агроценозів в сівозміні органічного землеробства шляхом застосування екологічно безпечних бобових кормових культур, які забезпечать покращення еколого-меліоративного та фітосанітарного стану ґрунту та сприяють підвищенню врожайності с.-г. культур в сівозміні.

Матеріали та методи. З метою вивчення впливу способу основного обробітку ґрунту та зрошення при вирощуванні бобових кормових трав на зміни в агрохімічному складі ґрунту нами було закладено чотири-факторний польовий дослід у 2022 році в межах землекористування Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції ІКОСГ НААН України: Фактор А – спосіб основного обробітку ґрунту: оранка на глибину 27-30 см, чизелювання на глибину 22-24 см, дискування на глибину 15-17 см. Фактор В – наявність зрошення: за зрошення, без зрошення. Фактор С – бобові кормові трави: люцерна, еспарцет, буркун.

Результати та обговорення. Агрохімічний аналіз ґрунту свідчить, що використання зрошення позитивно вплинуло на вміст в ґрунті макроелементів (рис. 1-3).

Так вміст NO_3 (рис. 1) на ділянках досліду, де проводили поливи, знаходився в межах 9,97-12,31 мг/100г, в той час як на ділянках, де не проводили зрошення – 10.13-12.28 мг/100г через надмірні опади та вимивання азоту з ґрунту.

Кількість P_2O_5 на зрошуваних ділянках (рис.2) було в межах 5,02-6.38 мг/100 г, а на варіантах, де не проводили поливи – 5,14-6.36 мг/100г. K_2O на ділянках досліду (рис. 3) за зрошення варіював в межах 22,01-28,69 мг/100г, в той час як на ділянках без зрошення становив 22,03-28.72 мг/100г.

Застосування зрошення сприяло збільшенню вмісту в ґрунті NO_3, в середньому, на 0,03-0,18 мг/100г; P_2O_5 – на 0,01-0,14 мг/100г; K_2O – на 0,01-0,05 мг/100г.

За використання оранки встановлено збільшення в ґрунті вмісту макроелементів за всіма варіантами досліду: NO_3 – на 0,05мг/100 г, де робили чизелювання, та на 0,03мг/100 г порівняно з варіантами досліду, де проводили дискування.

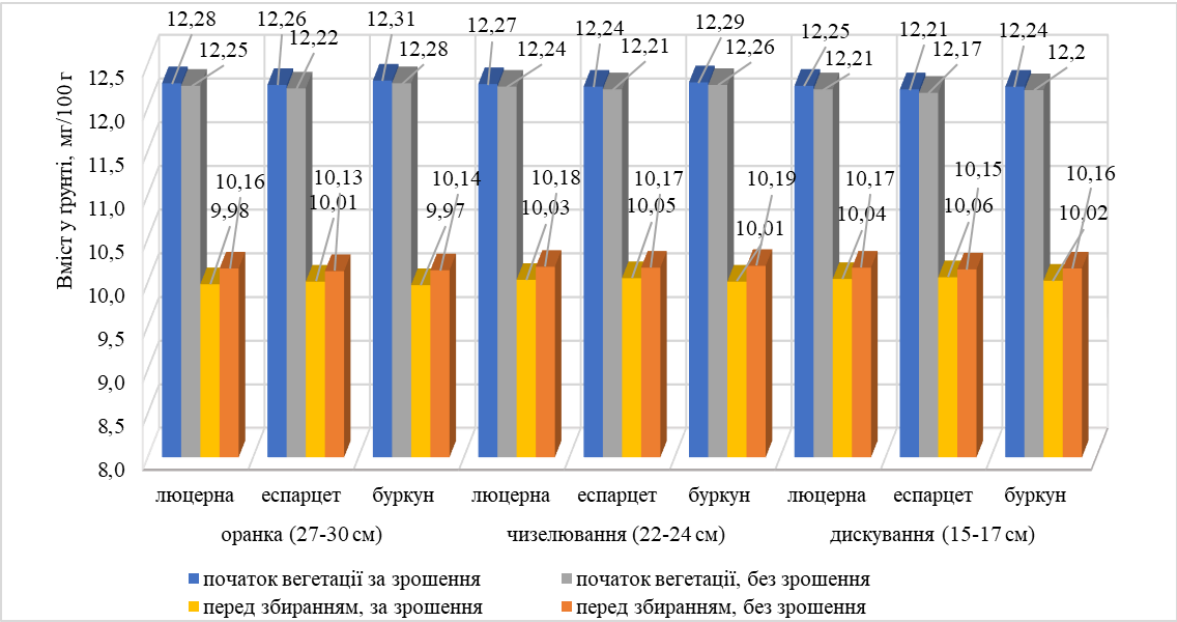

Рис. 1. Динаміка вмісту NO_3 в ґрунті залежно від основного обробітку ґрунту, вирощуваної культури та зрошення (середнє за 2022-2024рр)

Найбільший вміст NO_3в ґрунті перед збиранням містився на ділянках досліду, де висівали буркун білий однорічний (в межах 9,97-10,16 мг/100 г), P_2O_5 на ділянках з еспарцетом (5,14-5,23 мг/100г), K_2O на ділянках з еспарцетом (22,04-22,09мг/100 г). Максимальний вміст в ґрунті NO_3 на момент збирання (10,19 мг/100 г) відмічено за сівби буркуну білого однорічного за чизелювання на глибину 22-24 см без зрошення, максимальний вміст P_2O_5 (5,23 мг/100г)

відмічено за сівби еспарцету з використанням оранки та зрошення, максимальний вміст K_2O – 22,09 мг/100г встановлено неполивних умовах, за проведення оранки та сівби еспарцету.

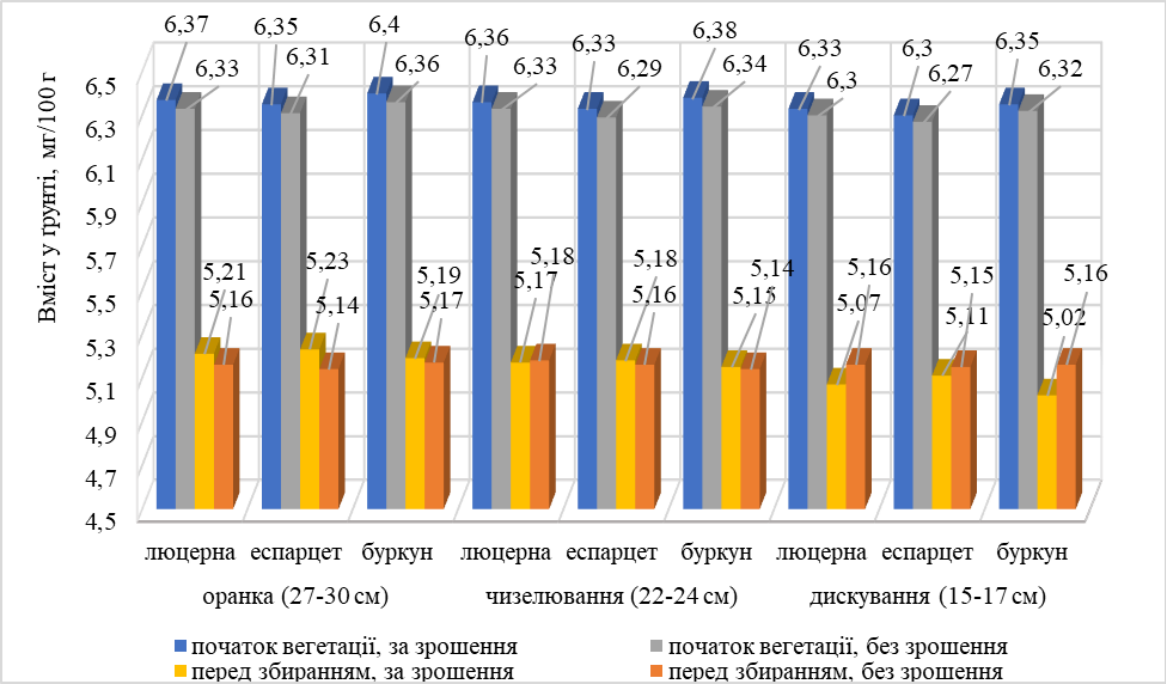

Рис. 2. Динаміка вмісту P_2O_5 в ґрунті залежно від основного обробітку ґрунту, вирощуваної культури та зрошення (середнє за 2022-2024рр)

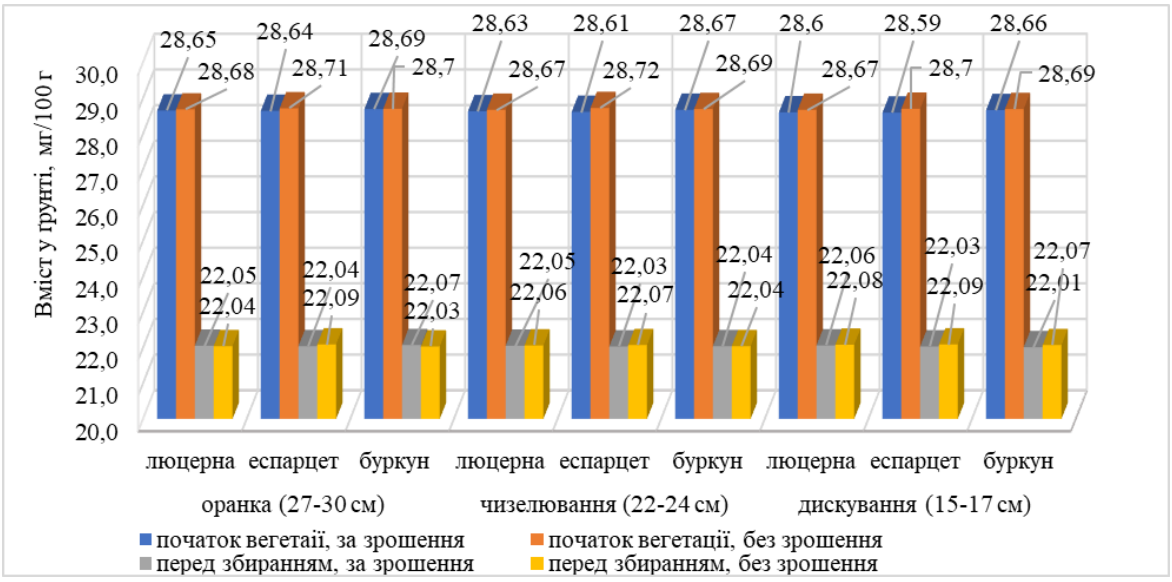

Рис. 3. Динаміка вмісту K_2O в ґрунті залежно від основного обробітку ґрунту, вирощуваної культури та зрошення (середнє за 2022-2024рр)

Кількість нітратів в ґрунті мала тенденцію до зменшення наприкінці вегетації внаслідок витрат нітратного азоту на формування урожаю та вимиванню з поливною водою. Так на початку вегетації вміст NO_3 за варіантами досліду варіював в межах 12,17-12,39 мг/100г ґрунту, а перед збиранням дорівнював 9,97-10,19 мг/100г ґрунту, При цьому за використання зрошення кількість NO_3 була нижчою, ніж в неполивних умовах.

За вегетаційний період найефективніше нітратний ґрунтовий азот використовували рослини буркуну білого однорічного за проведення оранки та використання зрошення.

Перед збиранням врожаю бобових культур вмісту рухомих сполук фосфору в ґрунті знижувався незалежно від досліджуваних факторів. Так на початку вегетації вміст P_2O_5 за варіантами досліду варіював в межах 6,27-6,40 мг/100г ґрунту, а перед збиранням – 5,02-5,23 мг/100 г ґрунту, що являється середнім та високим рівнем забезпечення ґрунту. Винос рухомих сполук P_2O_5 є результатом формування врожайності насіння культур.

На початку вегетації вміст рухомих сполук калію в ґрунті був в межах середнього рівня забезпеченості та варіював в межах 28,59-28,72 мг/100 г ґрунту (рис.3). У використанні доступного калію за вегетаційний період рослинами залежно від факторів значних відмінностей не встановлено. Так перед збиранням врожаю бобових кормових трав вміст доступного калію за варіантами досліду становив 22,01-22,09 мг/100 г ґрунту.

Висновки: Фактор А (спосіб основного обробітку ґрунту) сприяв збільшенню в ґрунті вмісту макроелементів на всіх варіантах досліду: зокрема застосування оранки збільшило вміст NO_3 – на 0,05мг/100 г, де робили чизелювання, та на 0,0,3 мг/100 г порівняно з варіантами досліду, де проводили дискування. Застосування Фактору В (зрошення) сприяло збільшенню вмісту в ґрунті NO_3, в середньому, на 0,03-0,18 мг/100 г; P_2O_5 – на 0,1-0,14 мг/100 г; K_2O – на 0,01-0,05 мг/100 г. Фактор С (бобові кормові трави) дозволив отримати найбільший вміст NO_3в ґрунті перед збиранням на ділянках досліду, де висівали буркун білий однорічний (в межах 9,97-10,16 мг/100 г), P_2O_5 на ділянках з еспарцетом (5,14-5,23 мг/100г), K_2O на ділянках з еспарцетом (22,04-22,09мг/100 г).

Література

1. Boiko P., Kovalenko N., Yurkevych Y., Valentiuk N., Albul S. The history, current state and prospects for the implementation of elements of biologization for the efficient cultivation of corn in organic farming of the Southern Steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES).* 2023. Vol. 13 (1): 39-58. P. 39-58. https://doi.org/10.31407/ijees13.106

2. Vlashchuk A., Valentiuk N., Kholmurodova D. Changes in the agrochemical and microbiological composition of the soil during the cultivation of leguminous forage grasses in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *BIO Web of Conferences.* 2025. 151, 01003. MBLC-2024. p. 1-10 https://doi.org/10.1051/bioconf/202515101003 MBLC-2024

3. Влащук А.М., Дробіт О.С., Валентюк Н.О., Влащук О.А., Іванов Г.М. Вплив технологічних елементів на формування продуктивності буркуну однорічного. *Вісник аграрної науки.* Київ, 2024. № 6 (855). С. 14-22. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2024_06_02.pdf

4. Vlashchuk A., Drobit O., Valentiuk N., Vlashchuk O., Tomnytskyi A., Ivanov H. The effect of nitrogen fertilization rates on the yield of conditioned seeds of the annual white sweet clover in the conditions of the South of Ukraine. *Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference*, 4-5 June 2024, Słupsk, Poland. Słupsk: Institute of Biology, Pomeranian University in Słupsk, 2024. P. 175-180 https://icsanaas.com.ua/wp-content/uploads/2024/12/Збірник-матеріалів-конференції-4-5-червня-2024-року.pdf

ВПЛИВ ФОНІВ ЖИВЛЕННЯ НА ПОКАЗНИКИ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТУРАНСЬКОЇ

Вінюков О.О., доктор сільськогосподарських наук, професор
Бутенко О.М.
Вискуб Р.С., кандидат сільськогосподарських наук, с.д.
Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція Національної академії аграрних наук, Покровськ, Україна

Вступ. Тверда пшениця має значущість через відмінні властивості, оскільки містить різноманітні вітаміни, мінерали та інші необхідні поживні речовини сполук, життєво важливі для харчових потреб людини [1]. Тому все більше вчених звертаються до місцевих стародавніх генотипів твердої пшениці для розробки нових поліпшених сортів [2–6].

Дослідженнями вчених показано, що древні пшениці забезпечують набагато меншу частку швидкозасвоюваного крохмалю та більшу частку повільнозасвоюваного крохмалю у порівнянні з хлібною пшеницею [7]. За різними даними вміст загальної амілози в «диких» пшеницях варіює від 19,4% до 26,3% [8; 9]. Низька засвоюваність крохмалю обумовлює її корисність до споживання хворими людьми, наприклад цукровим діабетом [7; 10].

Інформаційні джерела свідчать, що *Triticum turanicum* Jakubz. *(T. turgidum subsp. turanicum (*Jakubz.*)* – вид генетично близький до пшениці твердої, відомий як «туранська» пшениця [3]. Через великий вміст клітковини, магнію і селену харчові волокна зерна пшениці туранської мають позитивний вплив на здоров'я дюдей. У цілому зерно пшениці містить 11,5 – 15,5 % загальної харчової клітковини, вміст арабіноксилану коливається від 1,4 % до 2,2 %, а у її висівках – (6,1 – 14,4 %) [11; 12].

Пшениця туранська є нішевою культурою, розповсюдження якої стримує відсутність чітких агротехнологічних прийомів її вирощування. Не вирішеними

залишаються питання з підбору технологічних елементів, які б дозволили рослинам максимально сформувати генетично запрограмовану продуктивність.

Метою досліджень було встановлення впливу фонів живлення на показники якості зерна пшениці туранської при вирощуванні в умовах східної частини Північного Степу України.

Матеріали та методи. Дослідження проводились у польовій сівозміні Донецької державної сільськогосподарської дослідної станції НААН у 2021–2023 рр. Повторність у дослідах – триразова. Розміщення ділянок – систематичне. Площа облікової ділянки становила 25 м^2.

Ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний, важко-суглинний. Вміст гумусу – 4,9 %, pH – слабо лужна, близька до нейтральної, вміст загальних форм азоту – 0,22, фосфору – 0,14 %.

Попередник – соняшник. Підготовка ґрунту в передпосівний період була спрямована на максимальне збереження і накопичення вологи у ґрунті та знищення бур'янів. Мінеральні добрива вносились під час сівби згідно схеми досліду. Дослідження відбувались на трьох фонах живлення: $N_{15}P_{15}$ та $N_{30}P_{30}$, нульовий фон (без добрив) був контрольним.

Для сівби використовували сорт пшениці туранської Сармат (ПУ № 230611 від 25.10.2023 р.).

Сівбу здійснювали в першу декаду квітня самохідною сівалкою СПС-7. Спосіб сівби – суцільний рядковий із шириною міжрядь 15 см. Норма висіву залежала від схеми досліду. Глибина загортання насіння в ґрунт 5–6 см. З метою покращання умов для його проростання проводили ущільнення ґрунту кільчасто-шпоровими котками ЗККШ – 6А.

Технологія вирощування – загальноприйнята для зернових культур у східній частини Північного Степу, крім поставлених на вивчення питань, та відповідала зональним і регіональним рекомендаціям.

Основний метод досліджень – польовий, який доповнювався аналітичними дослідженнями, вимірами, підрахунками і спостереженнями відповідно до загальноприйнятих методик та методичних рекомендацій у рослинництві [13]. Статистична оцінка виконана із застосуванням ППП «ОСГЕ».

Результати та обговорення. Вплив фонів живлення та норм висіву на формування рослинами біометричних показників та показників структури врожаю відобразився на врожайності пшениці туранської сорту Сармат (табл. 1).

За рахунок використання мінеральних добрив урожайність збільшувалась пропорційно підвищенню дози добрив. Так, за природнього фону була отримана найнижча врожайність по досліду – 1,7 т/га. В той час, як при використанні фону живлення $N_{15}P_{15}$ середня врожайність склала 3,4 т/га, що на 1,7 т/га вище.

Таблиця 1. Урожайність зерна пшениці туранської сорту Сармат залежно від елементів технології вирощування, 2022-2024 рр.

Доза добрив	Норма висіву, млн. шт./га	Урожайність, т/га	т/га	%
N_0P_0	2,0	1,7	-	-
	3,0	2,1	-	-
	4,0	2,2	-	-
	5,0	1,9	-	-
$N_{15}P_{15}$	2,0	3,3	1,6	94,2
	3,0	3,2	1,1	52,3
	4,0	3,4	1,2	54,5
	5,0	3,8	1,9	100,0
$N_{30}P_{30}$	2,0	4,6	2,9	170,5
	3,0	4,3	2,2	104,8
	4,0	4,6	2,4	109,1
	5,0	4,6	2,7	142,1
$НІР_{05}$: A B AB		0,9 0,5 1,0		

Максимальна доза мінеральних добрив у досліді ($N_{30}P_{30}$) забезпечила середню урожайність на рівні 4,5 т/га, що на 2,8 т/га вище за контрольний варіант.

Таким чином дослідженнями було доведено, що мінеральні добрива відіграють значну роль при формуванні рослинами пшениці туранської врожайності.

Дослідженнями встановлено, що урожайність зерна пшениці туранської збільшувалась пропорційно збільшенню норми висіву. Так, найнижчим цей показник був за норми висіву 2,0 млн. шт./га, а найвищим – 4,0 млн. шт./га (на природному фоні живлення) та 5,0 млн. шт./га (при використанні мінеральних добрив). Перш за все це пов’язано з кількістю продуктивних стебел на одиниці площі.

Через ґрунтово-кліматичні умови зони Степу рослини пшениці туранської значно потерпають від повітряної посухи, що знижує ефективність від низьких норм висіву. Саме кількість продуктивних стебел на одиниці площі й визначає рівень врожайності. Тому для отримання сталої врожайності даної культури доцільно дотримуватись норми висіву 4,0-5,0 млн. шт./га.

Низький рівень продуктивності пшениці туранської (у порівнянні з традиційними видами пшениць *T. aestium* та *T. durum*) може знизити зацікавленість товаровиробників до цієї культури, проте ця пшениця має суттєву відмінність від інших видів пшениць, яка пов’язана з показниками якості зерна.

За показниками якості зерна пшениця туранська значно переважає традиційні види пшениць, а елементи технології, що вивчались, дозволяють покращити ще більше ці показники.

Дослідженнями встановлено, що використання мінеральних добрив при вирощуванні пшениці туранської сприяє покращенню показників якості зерна (табл. 2).

Таблиця 2. Вплив фонів живлення на показники якості зерна пшениці туранської, 2022-2024 рр.

Доза добрив	Натура, г/л	Масова частка сирої клейковини, %	Склопо-дібність, %	Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %	Число падіння, с	Од. приладу ВДК
N_0P_0	742	30	55	16,59	330	95
$N_{15}P_{15}$	754	33	63	16,76	333	95
$N_{30}P_{30}$	759	33	68	16,83	333	95
$НІР_{05}$	10,1	0,9	1,2	0,04	1,0	

За рахунок формування рослинами пшениці туранської більш виповнених зерен на ділянках, де використовувалися мінеральні добрива, пропорційно дозі добрив збільшувалась натура зерна. Так, за помірного фону живлення ($N_{15}P_{15}$) показник натури зерна збільшився на 12 г/л, порівняно з контролем, а за максимального фону живлення ($N_{30}P_{30}$) – на 17 г/л, відповідно.

Масова частка сирої клейковини у варіантах, де застосовувались мінеральні добрива, підвищилась на 3 % порівняно з контрольним варіантом.

Склоподібність так само збільшувалась з 55 % на природньому фоні живлення до 68 % на фоні живлення $N_{30}P_{30}$.

Масова частка білка (у перерахунку на суху речовину) за природнього фону живлення склала 16,59 %. При використанні мінеральних добрив дозою $N_{15}P_{15}$ цей показник виріс на 0,17 %, а на мінеральному фоні живлення $N_{30}P_{30}$ – на 0,24 %.

Використання мінеральних добрив при вирощуванні пшениці туранської сприяє підвищенню числа падіння на 3 с порівняно з контрольним варіантом.

Таким чином, використання запропонованих елементів вирощування пшениці туранської сприяє додатковому поліпшенню природньо високих показників якості зерна.

Висновки. Фони живлення істотно впливали на рівень продуктивності рослин. Використання мінеральних добрив підвищило врожайність зерна на 1,1 –2,7 т/га або на 52,3–142,1%. Найбільший урожай зерна 4,6 т/га було отримано на фоні $N_{30}P_{30}$ при нормі висіву 5,0 млн. шт./га.

За рахунок використання мінеральних добрив при вирощуванні пшениці туранської було відмічене зростання основних показників якості зерна таких як: натура зерна (на 12 г/л та 17 г/л на фонах $N_{15}P_{15}$ та $N_{30}P_{30}$ відповідно до контролю); масова частка сирої клейковини (на 3 %); склоподібність (55 % та 58 % на 8 – 13% відповідно до контролю); масова частка білка (на 0,17 % та 0,24 % відповідно до контролю); число падіння (на 3 с).

Література

1. Ninou E., Tsivelika N., Sistanis I., Katsenios N., Korpetis E., Vazaneli E., Papathanasiou F., Didos S., Argiriou A., Mylonas I. Assessment of Durum Wheat Cultivars' Adaptability to Mediterranean Environments Using G × E Interaction Analysis. *Agronomy.* 2024. Vol. 14(1). P. 102. https://doi.org/10.3390/agronomy14010102

2. Ebsaa M. A., Tessob B., Lettac T. Genetic analysis and quality assessment of durum wheat (*Triticum turgidum L.*) landraces in Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*. 2024. Vol. 10 (1). P. 2303804. https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2303804

3. Laddomada B., Durante M., Mangini G., D'Amico L., Lenucci M. S., Simeone R., et al. Genetic variation for phenolic acids concentration and composition in a tetraploid wheat (*Triticum turgidum L.*) collection. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2017. Vol. 64. P. 587 – 597. doi: 10.1007/s10722-016-0386-z

4. Laidò G., Mangini G., Taranto F., Gadaleta A., Blanco A., Cattivelli L., Marone D., Mastrangelo A. M., Papa R., De Vita P. Genetic diversity and population structure of tetraploid wheats (*Triticum turgidum L.*) estimated by SSR, DArT and pedigree data. *PloSONE.* 2013. Vol. 8 (6). doi: 10.1371/journal.pone.0067280

5. Maamri K., Chourghal N., Belguerri H., Bahlouli F. Study of grain yield stability of two wheat species (durum and bread) grown in semi-arid environments. *Afr.J.Bio.Sc.* Vol. 2024. 6(13). P. 4619-4625. doi: 10.33472/AFJBS.6.13.2024.4619-4625

6. Xynias I. N., Mylonas I., Korpetis E. G., Ninou E., Tsaballa A., Avdikos I. D., Mavromatis A. G. Durum Wheat Breeding in the Mediterranean Region: Current Status and Future Prospects. *Agronomy*. 2020. Vol.10(3). P. 432. DOI:10.3390/agronomy10030432

7. Bhuvaneshwari G., Yenagi N. B., Hanchinal R. R., Katarki P. A. Physico-chemical characteristics and milling quality of dicoccum wheat varieties. *Karnataka J. Agric Sci.* 2001. 14. 736.

8. Brandolini A., Hidalgo A., Moscaritolo S. Chemical composition and pasting properties of einkorn (*Triticum monococcum*) whole meal flour. *J Cereal Sci*. 2008. 47. 599 – 609. doi.org/10.1016/j.jcs.2007.07.005

9. Bhuvaneshwari G., Yenagi N. B., Hanchinal R. R., Naik R. K. Glycaemic responses to dicoccum products in the dietary management of diabetes. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics.* 2003. 40(10). 363–368.

10. Gebruers K., Dornez E., Boros D., Dynkowska W., Bedo Z., Rakszegi M., Courtin C. M. Variation in the content of dietary fiber and components thereof in wheats in the health grain diversity screen. *J Agric Food Chem.* 2008. 56. 9740. doi.org/10.1021/jf800975w

11. Galterio G., Codianni P., Giusti A. M., Pezzarossa B., Cannella C. Assessment of the agronomical and technological characteristics of *Triticum turgidum ssp. dicoccum* Schrank and *T. spelta* L. *Nahrung Food*. 2003. 47, 54 – 59.

12. Ward J. L., Poutanen K., Gebruers K., Piironen V., Lampi A. M., Nystrom L., Andersson A. A., Aman P., Boros D., Rakszegi M., Bedo Z., Shewry P. R. The Healthgrain cereal diversity screen: concept, results and prospects. *J Agric Food Chem.* 2008. 56, 9699. doi: 10.1021/jf8009574.

13. Методологія та організація наукових досліджень : підручник / за ред. В.О. Дружиніної. Вінниця: Видавництво ВНТУ «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2010. 358 с.

МІКРОБІОМ ТВЕРДОГО КРАФТОВОГО КОЗИНОГО СИРУ АЛЬПІЙСЬКИЙ ЗА ДОЗРІВАННЯ З УЧАСТЮ КЛІЩІВ *ACARUS SIRO*

Давидович В., доктор філософії
Шевченко Л., доктор ветеринарних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Київ, Україна

Вступ. Крафтові козині сири відносяться до продуктів, які не лише володіють високою харчовою цінністю для організму людини, але й характеризуються унікальними смаковими відтінками, які надають їм статусу елітних [1]. Перевагами крафтового виробництва сирів є більш раціональне використання виробничих площ та поєднання виробництва з переробкою молока і реалізацією готових продуктів, зокрема сирів. Таке виробництво дозволяє скоротити масштаби утворення відходів і забруднення навколишнього середовища і забезпечує дотримання концепції Єдиного здоров'я.

Виробництво крафтових козиних твердих сирів в Україні з кожним роком збільшується, що розширює асортимент здорових харчових продуктів і потребує оцінки їх якості, безпечності та визначення критеріїв автентичності.

Матеріали та методи. В дослідженні використано непастеризоване молоко, отримане від кіз англо-нубійської породи в умовах Еко Ферми «Журавка» Київської області. З нього виготовлено головки сиру Альпійський масою 4.5-5.0 кг терміном дозрівання 12 місяців. Для цього використовували мезофільно-термофільну закваску Alp D (Danisco France SAS, Франція) до складу якої входили: *Lactococcus lactis subspecies lactis, Lactococcus lactis subspecies cremoris, Lactococcus lactis subspecies lactis bio-squad diacetylactis, Streptococcus thermofillus, Lactobacillus helveticus, Lactobacillus lactis*. Для утворення сирного згустку використано рідкий сичужний фермент Rennet Liquid 92/8 (Pamir Service, Київ, Україна).

Метою досліджень було встановити мікробний склад твердого козиного сиру Альпійський в процесі дозрівання. Визначення мікробіому сиру Альпійський проведено в ТОВ "Експертний Центр "Біолайтс", м. Тернопіль.

Результати та обговорення. Проведеними дослідженнями встановлено, що під час дозрівання чисельність МАФАМ з 7-мидобового до 12-тимісячного віку сиру Альпійський суттєво не змінюється. Кількість дріжджів досягає свого максимуму у молодому сирі Альпійський віком 7 діб, а пліснеевих грибів у зрілому – на 6-й місяць дозрівання.

Основу МАФАМ сиру Альпійський складали два види незаквасковых молочнокислих бактерій: *Lactococcus lactis* і *Lactobacillus plantarum*. Серед представників стафілококів в сирі Альпійський виділяли *Staphylococcus simulans* і *S. equorum*. Чисельність ентерококів, зокрема *Enterococcus faecalis, E. durans* у цьому сирі залежала від його віку. В незначній кількості на різних стадіях дозрівання сиру Альпійський виділяли *Escherichia coli* і *Bacillus cereus*.

Більшість виділених та ідентифікованих бактерій і грибів сиру мають молочне походження [2, 3].

Під час дослідження зрізів кірки сиру Альпійський виявлено та ідентифіковано мікоїдних кліщів *Acarus siro*, які приймають участь у формуванні кірки і надають йому специфічного оригінального аромату.

Висновки. Отримані результати свідчать про унікальний біом сиру Альпійський до якого входять бактерії, дріжджі, плісеневі гриби і кліщі *Acarus siro.* Їх кількісний і видовий склад залежить від терміну дозрівання сиру і свідчить про належну гігієнічну практику. Отримані результати досліджень можуть бути використано для обгрунтування критеріїв визначення віку та автентичності крафтових твердих козиних сирів з непастеризованого молока.

Література

1. Papadimitriou K., Anastasiou R., Georgalaki M., Bounenni R., Paximadaki A., Charmpi C., Alexandraki V., Kazou M., Tsakalidou E. Comparison of the microbiome of artisanal homemade and industrial feta cheese through amplicon sequencing and shotgun metagenomics. *Microorganisms*. 2022. № *10*(5). P. 1073. https://doi.org/10.3390/microorganisms10051073

2. Bettera L., Levante A., Bancalari E., Bottari B., Gatti M. Lactic acid bacteria in cow raw milk for cheese production: Which and how many? *Frontiers in Microbiology*. 2023. № *13*. P. 1092224. https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1092224

3. Bintsis T. Yeasts in different types of cheese. *AIMS Microbiology*. 2021. № 7(4). P. 447–470. https://doi.org/10.3934/microbiol.2021027

СУЧАСНІ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНІ ОРГАНІЧНІ УПАКОВКИ ДЛЯ ПРОДУКТІВ ТВАРИННИЦТВА

Коваль Т.В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Сучасні екологічно безпечні органічні упаковки для продуктів тваринництва – важлива складова розвитку харчової індустрії, оскільки вони відповідають вимогам сталого розвитку, зменшують вплив на навколишнє середовище та забезпечують високу якість і безпеку продуктів. Мясо, молоко, яйця, риба мають особливі вимоги до упаковки, оскільки вони легко піддаються псуванню, окисненню та зараженню мікроорганізмами. Упаковка повинна забезпечувати бар'єр до кисню та вологи для збереження свіжості; мікробіологічний захист, щоб запобігти розвитку бактерій, грибків та інших шкідливих мікроорганізмів; довговічність упаковки для збереження товарного вигляду і безпеки; екологічність для зменшення використання пластиків на основі нафти та використання біорозкладних матеріалів. Тому сучасні технології

виробництва харчових упаковок значною мірою орієнтовані на використання органічних матеріалів, що є біорозкладними, безпечними для здоров'я людини та не шкодять навколишньому середовищу. Зважаючи на це, потреба в органічних та екологічно чистих упаковках, що відповідають вимогам безпеки та збереження якості продуктів, постійно зростає.

Серед найбільш поширених біополімерних екологічно безпечних органічних упаковок для продуктів тваринництва є полімолочна кислота (PLA). Це біорозкладний полімер, який виготовляється з кукурудзяного крохмалю або інших рослинних матеріалів; має хороші бар'єрні властивості щодо води та кисню, тому ідеально підходить для упаковки м'ясних та молочних продуктів. перевагами даного виду упаковок є біорозкладність, низька токсичність, використання відновлюваних ресурсів. Серед недоліків можна виділити вартість виробництва та обмежену термостійкість, що може бути проблемою при обробці продуктів, що потребують пастеризації. Для упаковки продуктів, що потребують захисту від окиснення та вологи, використовують також полібутіленефталат (PBT) – біорозкладний матеріал, який має хорошу механічну міцність і може застосовуватись для пакувальних матеріалів, що контактують з м'ясними продуктами. Дуже стійкий до температури та механічних пошкоджень. Недоліком є вищий виробничий кошт. Поліоксіалканоати (POA) за рядом фізико-хімічних властивостей подібні до широко застосовуваних синтетичних поліефірів, які не руйнуються у природному середовищі (поліпропілен, поліетилен). Поліоксіалканоати володіють термопластичністю, мають оптичну активність, біорозкладність й біосумісність. Це полімери нового покоління, що мають високий ринковий потенціалі в недалекому майбутньому вони зможуть замінити традиційні поліолефіни, завдяки тому, що вони здатні включатися у глобальні біосферні цикли. Нова технологія забезпечує одержання екологічно чистих полімерних матеріалів, що руйнуються у природному середовищі до кінцевих продуктів [1].

На основі полімерів можуть створюватись композиції для виготовлення плівок, придатних до використання з відповідними харчовими продуктами або придатних до певних експлуатаційних умов. Так, поширення набули багатошарові плівки (з підвищеними бар’єрними характеристиками, мікробіологічним захистом, із світловідбивним верхнім покриттям тощо), а також плівки із різним наповнювачами. Отримали розповсюдження технології пакування продуктів у біорозкладаємі полімерні плівки, що в кінцевому рахунку сприяє зменшенню забруднення території відходами [2].

Натуральні полімери (крохмаль, целюлоза, протеїни) використовуються для створення біорозкладних упаковок, які можуть бути адаптовані під різні умови зберігання харчових продуктів. Крохмаль використовується для виготовлення упаковок, які мають швидко розкладатися після використання. Однак, для довшого терміну зберігання упаковка з крохмалю потребує додаткових покриттів для збільшення її бар'єрних властивостей. Целюлоза використовується для виготовлення упаковок, що оберігають продукти від зовнішніх впливів, а також здатна пропускати пару, що необхідно для деяких

продуктів. Протеїни використовуються для створення захисних шарів на упаковках, які мають антимікробні властивості. Ці технології виробництва сприяють створенню упаковок, що зменшують екологічний вплив і забезпечують високі бар'єрні властивості.

Біорозкладні пластики на основі протеїнів (наприклад, казеїну або соєвого протеїну), можуть використовуватись для зберігання м'ясних або молочних продуктів. Вони мають антибактеріальні властивості і можуть запобігати розвитку шкідливих мікроорганізмів. Їх перевагами є природні антибактеріальні властивості, біорозкладність; недоліками – можливі проблеми з міцністю та вартістю виробництва.

Упаковка для кожного виду тваринних продуктів має свої унікальні вимоги через специфіку зберігання та взаємодії з навколишнім середовищем. Так, м'ясо та м'ясопродукти схильні до бактеріального псування, тому упаковка повинна забезпечувати бар'єр для кисню (що зменшує окиснення та зростання бактерій) і підтримувати відповідну вологість. Багато упаковок для м'яса використовують багатошарову структуру з біополімерів і покриттів, які запобігають контакту продукту з повітрям.

Молоко та молочні продукти потребуютб упаковки, що зберігає їх свіжість та захищає від проникнення світла, що може призвести до окиснення вітамінів. Органічні матеріали, такі як PLA, комбінуються з іншими бар'єрними покриттями для забезпечення довговічності упаковки.

Упаковка для риби та морепродуктів має зберігати свіжість і знижувати кількість мікробіологічних забруднень. Риба є особливо вразливою до окиснення та втрати води, тому упаковка для риби часто виготовляється з більш щільних біополімерів, які зменшують проникнення повітря.

Упаковка для яєць повинна бути стійкою до механічних пошкоджень, адже шкаралупа може бути дуже чутливою до ударів. Для цього використовуються матеріали з додатковими амортизуючими властивостями, такі як целюлоза або біорозкладні картонні матеріали.

Майбутнє екологічно безпечних упаковок виглядає дуже перспективно. Вчені активно працюють над вдосконаленням біополімерів, створенням нових матеріалів, які мають покращені бар'єрні властивості та здатність до тривалого зберігання продуктів. Також важливими є дослідження щодо зниження вартості виробництва та пошуку альтернативних джерел сировини для біорозкладних матеріалів. Очікується, що нові біополімери, розроблені за допомогою нанотехнологій, можуть значно покращити властивості упаковок, зробивши їх більш міцними, довговічними та ефективними для зберігання харчових продуктів. Також важливим напрямом є розвиток покриттів на основі натуральних антиоксидантів та антибактеріальних добавок, які можуть значно подовжити термін зберігання продуктів і знизити ризик харчових отруєнь.

Таким чином, екологічно безпечні органічні упаковки для продуктів тваринництва мають великий потенціал для заміни традиційних пластикових упаковок, сприяючи зменшенню негативного впливу на довкілля та покращенню якості продуктів. Органічні упаковки для тваринних продуктів є важливим

кроком у напрямку сталого розвитку харчової індустрії. Вони знижують навантаження на навколишнє середовище, забезпечують безпеку продуктів і мають потенціал для значного покращення в майбутньому завдяки інноваціям у матеріалознавстві та технологіях виробництва.

Література

1. Петриченко С. В., Гвоздєв О. В. Біорозкладаємі полімерні матеріали для упаковки. Мелітополь : ТДАТУ, 2015. 7 с.

2. Доманцевич Н.І. Використання полімерних матеріалів для тимчасового зберігання харчових продуктів. *Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення :* Матеріали міжнародної конференції : (Львів, 25 вересня 2020 року) : тези доповідей / Відп. ред. П. О. Куцик. Львів : Видавництво «Растр-7», 2020. С. 68-69.

ШЛЯХИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ РОСЛИННОЇ ПРОДУКЦІЇ

Коломієць С.С., кандидат сільськогосподарських наук
Ромащенко М.І., доктор технічних наук, професор, академік НААН
Сардак А.С., доктор філософії (192 Будівництво та цивільна інженерія)
Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, Україна

Сентенція «я є те, що я їм» стає все актуальнішою при застосуванні сучасних технологій рослинництва, що посилюється ще й глобальними кліматичними змінами. Однак для управління якістю вирощеної продукції, яка є підвалинами більшості трофічних ланцюгів, недостатньо лише прискіпливо контролювати якість рослинної продукції. Необхідно активно управляти процесом формування її якості. Причому якість рослинної продукції слід розглядати не лише як абстрактне поняття щодо дотримання нормативів вмісту сполук живлення та ГДК забруднювачів.

Ми вже звертали увагу, що у декларованому в довідниках обміну будь якого об’єкта з довкіллям речовиною, енергією та інформацією, практично не враховується обмін інформацією і її накопичення у ґрунтах і продукції, як результат застосування агротехнологій землеробства [1]. І саме накопичена у процесі вегетації в рослинницькій продукції інформація сприймається органолептично як і її якість для споживачів цієї продукції. Консументи першого порядку, у т.ч. людина, органолептично розрізняють якість продукції. Саме тому, поки ми не навчилися диференційовано зчитувати задепоновану у рослинницькій продукції інформацію, єдиним доступним методом її оцінки є біотестування.

В роботі [1] ми звертали увагу, що якість рослинної продукції і її обсяг формується у добовому циклі як ступінь співпадіння добової гармоніки біологічної потреби рослин у живленні і добової гармоніки доступності

живлення з ґрунту, яку певною мірою забезпечують погодні умови і меліоративні режими. За даними польового вегетаційного досліду з вивчення водоспоживання сільськогосподарських культур, що проводився у ІВПіМ декілька років, на основі інструментального вимірювання динаміки сумарного водоспоживання з визначенням в ньому частки чистої евапорації, виміряної на посудинах без посіву, експериментально встановлено добовий цикл водоспоживання сої та гречки [2]. Найінтенсивніше водоспоживання сої спостерігалось з 12:00 до 18:00 і сягало 26 мм/доб, що значно перевищувало середньодобову інтенсивність транспірації цих культур. В нічні і вранішні години з 00:00 до 9:00 інтенсивність водоспоживання знижувалась до значень чистої евапорації 1,0-3,0 мм/доб. Тобто інтенсивність водоспоживання сої, а відповідно і споживання з вологою поживних речовин, необхідних для продукційного процесу, протягом доби змінюється на порядок. Врахування такої динаміки добового водоспоживання дозволило обґрунтувати застосування адаптивних режимів підґрунтового краплинного зрошення сільськогосподарських культур з імпульсним режимом водоподачі, що максимально задовольняють їхню біологічну потребу для забезпечення високої інтенсивності продукційного процесу [3]. При цьому протягом доби проводяться десятки поливів малими поливними нормами, величина яких залежить від гідрофізичних властивостей ґрунтів, з метою підтримання вологозабезпечення ґрунтів у вузькому діапазоні високої (0,9-НВ) їх вологості. При цьому рослини встигають споживати подану вологу, запобігаючи тим самим втратам поливної води на інфільтрацію і випаровування, навіть за високого (0,8-0,9 НВ) передполивного порогу.

Режим фертигації також підлаштовують до періодів максимальної інтенсивності продукційного процесу. Адже добова циклічність продукційного процесу рослин передбачає існування напівперіоду релаксації із зниженням інтенсивності живлення, під час якого рослини впорядковують структуру тканин і органів за інтенсивного нарощування біомаси для запобігання виникнення у них дефектів, у т.ч. генетичних. Отже цей напівперіод релаксації є не менш значимим етапом продукційного процесу для одержання рослинної продукції високої якості. І саме адаптивний режим імпульсної водоподачі за підґрунтового краплинного зрошення задовольняє ці вимоги.

Іще одним напрямком управління якістю вирощеної продукції є підвищення доступності складових живлення природної родючості ґрунтів. Окрім забезпечення високого рівня гомеостазу ґрунту, який активізує субординаційні процеси у ґрунті та збільшує взаємопереходи різних категорій вбирної здатності [4], з’явились нові способи мобілізації природної родючості ґрунтів. Одним з таких напрямків є спосіб сатурації різними газами поливної води при подачі її безпосередньо у кореневу зону сільськогосподарських культур із застосуванням підґрунтового краплинного зрошення. Адже на динамічну рівновагу природних порових розчинів, які є, за висловом В.І.Вернадського «субстратом життя» [5], суттєво впливає газовий склад ґрунтової атмосфери. Особлива роль в цих процесах належить нанобульбашкам

розміром $10^{-7} \div 10^{-9}$ м завдяки їхнім особливим властивостям, зокрема формуванням навколо них подвійного електричного шару, подібного до колоїдної речовини, що надає їм можливість переносити певні елементарні сполуки поживних речовин. Зокрема китайські дослідники вивчали вплив мікро-нанобульбашок кисню (O_2) розміром від 200 нм до 50 мкм на продукційний процес кукурудзи, огірків, полуниці та інших овочевих культур, переважно у закритому ґрунті, із застосуванням підґрунтового краплинного зрошення і довели, що цей захід, порівняно із звичайним зрошенням суттєво, на 20-120 % підвищує продуктивність культур і якість вирощеної продукції, головним чином через зміну ґрупового складу і чисельності мікробіоти у ризосфері коренів, що сприяло активізації фосфатази і переведення мінеральних форм сполук фосфору у доступну для рослин форму. Причому активізація мікробіоти, першочергово бактерій, порівняно з грибами, спостерігалась у ризосфері коренів на всіх досліджуваних культурах, впливаючи загалом на комфортність ґрунту для рослин і доступність живлення із усіх категорій вбирної здатності ґрунту [6,7,8]. Досліджений напрямок меліорації поливної води за допомогою мікро-нанобульбашок, зокрема оксигенації киснем (O_2), має суттєві перспективи у осяжному у майбутньому застосуванням для сатурації поливної води інших газів, приміром діоксиду вуглецю (CO_2), що відіграє важливу роль у субординаційних ґрунтових процесах та депонуванні у ґрунті вуглецю, або сполук азоту, приміром аміаку (NH_3) для покращення азотного живлення рослин. У ІВПіМ започатковується фундаментальний проєкт, метою якого є управління динамікою продукційного процесу із застосуванням різних газів та меліоративне покращення властивостей самого ґрунту, як інноваційний напрямок їх меліорації.

Література

1. Коломієць С.С., Сардак А.С. Трансформація інформації у ланцюзі: клімат-ґрунт-рослина-рослинна продукція. *Наукові основи реалізації принципів кліматично орієнтованого сільського господарства в агросфері України, з нагоди Дня науки в Україні :* матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (м. Одеса, 17 травня 2024 р.). Одеса: Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України, 2024. С.166-167

2. Метод вивчення водоспоживання сільськогосподарських культур у польових вегетаційних дослідах / Коломієць С.С. та ін. *Меліорація і водне господарство*. №.2. К., 2019. С. 96-104.

3. Romashchenko M., Bohaienko V., Sardak A., Nikitiuk O. Determination of design parameters of drip irrigation systems on the base of moisture transport modeling. *Visnyk of Taras Shevchenko National university of Kyiv-geology*. 2023. Vol. 2. pp.103-110 http://doi.org/10.17721/1728-2713.101.15

4. Коломієць С.С. Термодинамічна система ґрунту, його гомеостаз і вірогідний механізм утворення структури. *Вісник аграрної науки*. 2021. №3. С.14-22.

5. Вернадський В.И. История минералов земной коры. Т.2. История природных вод. ч.1. вып. 3. Л. : ОНТИ Химтеорет, 1936. С. 403-562.

6. Phosphorus Supply Under Micro-Nano Bubble Water Drip Irrigation Enhances Maize Yield and Phosphorus Use Efficiency / Qingyong Bian et al. *Plants (Basel)*. 2024. 13(21):3046. doi: 10.3390/plants13213046

7. Micro-nano bubble water subsurface drip irrigation affects strawberry yield and quality by modulation of microbial communities / Zhen Zheng et al. *Agricultural Water Management.* 2025. Volume 307, 109228 doi: https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109228

8. Micro-nano oxygenated irrigation improves the yield and quality of greenhouse cucumbers under-film drip irrigation / Zan Ouyang et al. *Sci Rep*. 2023. 13:19453. doi: 10.1038/s41598-023-45121-3

АНТИБІОТИКОТЕРАПІЯ І ПАТОГІСТОЛОГІЯ НИРОК ПТИЦІ: ЗМІНИ І ПРИЧИНИ

Ліщук С.Г., кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології
Ковальова О.М., магістр ветеринарної медицини, асистент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології
Добровольський В.А., магістр ветеринарної медицини, асистент кафедри нормальної та патологічної морфології і фізіології
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, України

Вступ. В останні десятиліття використання антибіотиків для лікування тварин є важливим аспектом у ветеринарії. Однак довготривале застосування антибіотиків широкого спектру дії може призвести до серйозних побічних ефектів, зокрема, до патологічних змін у внутрішніх органах [1,2]. Одним із таких органів є нирки, які виконують важливу роль у фільтрації крові та виведенні шкідливих речовин з організму [4]. Проблема вивчення впливу антибіотиків на функцію нирок у птахів є важливою з точки зору забезпечення їх здоров'я та збереження виробничої ефективності [3]. Метою цього дослідження було вивчення морфологічних змін у нирках курей при тривалому застосуванні антибіотиків хлортетрацикліну та фармазину, а також їх впливу на біохімічні показники крові.

Матеріали та методи. Для проведення дослідження було використано 60 курей-несучок віком 180 днів. Птахів поділили на чотири групи: одну

контрольну і три дослідні. Дослідним групам були введені антибіотики хлортетрациклін та фармазин у дозах 30000, 50000 і 70000 ОД/кг живої маси протягом 60 днів. В контрольній групі птахи не отримували антибіотики. Для аналізу патологічних змін у нирках курей було здійснено гістологічне дослідження їх тканин на 30-й та 60-й день після початку введення антибіотиків. Біохімічні дослідження сироватки крові включали визначення рівня гемоглобіну, загальних ліпідів, білка, альбумінів, глобулінів, а також активності АЛТ і АСТ.

Результати та обговорення. Результати гістологічних досліджень показали наявність значних морфологічних змін у нирках курей, яких піддали тривалому введенню антибіотиків. Уже на 30-й день від початку досліду у птахів було зафіксовано потовщення базальної мембрани нефронів, що є одним із початкових етапів розвитку нефрозу. На 60-й день від початку досліду у птахів дослідних груп спостерігались більш виражені деструктивні зміни в тканині нирок, такі як частковий некроз нефронів та ниркових канальців. Також було зафіксовано збільшення інтерстиціальної тканини, що вказує на початок проліферативних процесів та розвиток інтерстиціального нефрозу.

Біохімічні дослідження також підтвердили негативний вплив антибіотиків на організм птахів. У дослідних групах було зафіксовано зниження вмісту гемоглобіну, що свідчить про порушення кисневого обміну в організмі курей. Зниження рівня білка в сироватці крові, зокрема альбумінів, а також підвищення рівня глобулінів, свідчить про порушення обміну білків, та внутрішньоклітинних метаболічних процесів, які визвані запальним процесом у внутрішніх органах. Водночас відзначалось збільшення рівня загальних ліпідів у сироватці крові, що свідчить про порушення ліпідного обміну та розвиток жирової дистрофії печінки. Активність ферментів АЛТ і АСТ також показала відхилення від нормальних значень. Зокрема, підвищена активність АСТ вказує на дистрофічні процеси в печінці, а також на ймовірне ураження серцевого м'яза через інтоксикацію організму.

У підсумку, дослідження показали, що тривале застосування антибіотиків широкого спектру дії призводить до серйозних морфологічних змін у нирках, таких як нефроз і некроз нефронів, а також до порушення біохімічних показників крові, що свідчить про порушення метаболічних процесів у організмі птиці. Найбільш виражені зміни спостерігались при застосуванні фармазину в дозі 50000 ОД/кг живої маси, що підтверджує його більш токсичний вплив на організм курей порівняно з хлортетрацикліном.

Висновки. За результатами дослідження можна зробити висновок, що застосування антибіотиків широкого спектру дії, зокрема хлортетрацикліну та фармазину, при довготривалому впливі на організм курей спричиняє серйозні морфологічні зміни в нирках, що проявляються розвитком нефрозу, а також порушенням біохімічних показників у сироватці крові. Важливо, щоб ветеринарна практика враховувала ці результати при призначенні антибіотиків для лікування птиці, щоб запобігти розвитку токсичних ефектів і підтримати здоров'я тварин на належному рівні.

Література

1. Патогістологічні зміни у нирках птиці за тривалого використання антибіотиків широкого спектру дії. *Вісник Одеського державного аграрного університету*. 2021. № 2(54). С. 87–91.
2. Нефротоксичність лікарських засобів: клінічні прояви, патофізіологічні механізми та підходи до лікування. *Раціональна фармакотерапія.* 2009. № 1(10). С. 21–27.
3. Wang X., Han C., Cui Y., et al. Florfenicol induces renal toxicity in chicks by promoting oxidative stress and apoptosis. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28. P. 936–946. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-020-10550-4
4. Arafat N., El-Shafei R., Awadin W., et al. Consequences of hepatorenal toxicity induced by gentamicin in chickens. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. 2017. Vol. 55, No. 1. P. 1–12.

ОСНОВНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ БАВОВНИКУ В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Мальцева О.П., аспірантка
Боровик В.О., докторка с.-г. наук, с. н. с.
Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
Одеса, Україна

Бавовник (*Gossypium hirsutum* L.) — одна з найдавніших і найважливіших сільськогосподарських культур людства. Його вирощування має тисячолітню історію, а продукція на його основі — надзвичайно широке коло застосування, що охоплює різні галузі народного господарства. Завдяки унікальним властивостям волокна, високому вмісту олії в насінні та значному вмісту білків у побічних продуктах переробки, бавовник відіграє ключову роль у світовій економіці, особливо в країнах з теплим кліматом.

Основним продуктом, що отримується з бавовнику, є його волокно, яке слугує головною сировиною для текстильної промисловості. Водночас насіння бавовнику є цінним джерелом рослинної олії, а також кормових продуктів, що використовуються у тваринництві. Побічні продукти переробки також знаходять застосування в енергетиці, медицині, косметології, хімічній промисловості [1].

Завдяки своїм природним властивостям — м’якості, гігроскопічності, повітропроникності та екологічній безпеці — бавовняне волокно стало основною сировиною для виготовлення тканин різного призначення. Сьогодні близько 40% світового текстилю виготовляється саме з бавовнику, що свідчить про його стратегічне значення в легкій промисловості. Волокно має високу міцність, надзвичайну здатність до фарбування, легко піддається обробці і добре комбінується з іншими натуральними та синтетичними волокнами.

Залежно від способу прядіння, щільності й оздоблення, з бавовняного волокна виробляють десятки видів тканин, серед них найпопулярніші:

- ситець — легка тканина для постільної білизни та літнього одягу;
- бязь — щільніша тканина для білизни та меблевих покриттів;
- джинс — міцна тканина для спецодягу й повсякденного вжитку;
- махра — м'яка тканина для рушників і халатів;
- фланель — м'яка, тепла тканина для сорочок і піжам.

Серед переваг використання бавовнику в текстильній промисловості можна назвати екологічність, яку забезпечує натуральне походження та біорозкладність; комфорт, завдяки поглинанню вологи, "дихаючим" властивостям та гіпоалергенності; міцність і довговічність зумовлена збереженням якості тканини при багаторазовому пранні; універсальність - придатний як для повсякденного, так і для професійного текстилю [2] .

Сучасна текстильна промисловість активно впроваджує новітні технології. Органічний бавовник вирощується без хімікатів, сертифікується за екостандартами. Впроваджується бавовна з нанодобавками, яка має антимікробні чи антивірусні властивості та бавовняно-синтетичні суміші, що поєднують природні властивості з технологічними перевагами [3].

Бавовникова олія, отримана з насіння є цінним продуктом, який широко використовується в харчовій, косметичній, фармацевтичній та інших галузях. У контексті зростаючого попиту на натуральні та екологічно чисті продукти, особливу увагу привертає олія, виготовлена з не генетично модифікованого (не ГМО) бавовнику.

Маючи нейтральний смак і високу стабільність при термічній обробці, бавовникова олія успішно використовується у харчовій промисловості. Завдяки високій температурі димлення (~232°C) олія підходить для приготування страв у фритюрі без утворення шкідливих сполук. Застосовується як основа для виготовлення маргарину та інших кулінарних жирів. Через свою стабільність і легкий смак олія використовується у виробництві салатних заправок та майонезу [4].

Бавовникова олія багата на лінолеву, пальмітинову та олеїнову кислоти, а також вітамін Е, що робить її ідеальною для використання у косметичній та фармацевтичній промисловості. Олія допомагає зберігати вологу в шкірі, покращуючи її еластичність та м'якість, тому застосовується у виробництві кремів, лосьйонів, мила та інших косметичних засобів по догляду за шкірою [5].

У фармацевтичній галузі використовується як основа для мазей та інших лікарських форм. В медицині – для виготовлення медичної вати, бинтів, марлі. У промисловості лінт (коротке волокно) застосовується у виробництві паперу, целюлози та пороху.

Бавовникова олія також знаходить застосування в сільському господарстві як інсектицид - використовується як природний засіб для боротьби з шкідниками, зокрема, у садівництві та виноградарстві. Також після видалення токсичних речовин, таких як госипол, залишки насіння використовуються для виготовлення кормів для тварин [6].

Використання не ГМО бавовнику у народному господарстві є прикладом ефективного поєднання екологічної безпеки, економічної доцільності та соціальної відповідальності. Такий бавовник зберігає природну генетику рослини, що особливо важливо в умовах зростаючого попиту на органічну продукцію та стійке сільське господарство. Його вирощування сприяє збереженню біорізноманіття, зменшує залежність від хімічних засобів захисту рослин і відповідає сучасним стандартам безпеки для довкілля та людини.

Зважаючи на глобальні виклики, пов'язані з продовольчою безпекою, зміною клімату та етичним споживанням, не генетично модифікований бавовник має всі шанси стати основою сталого розвитку аграрного сектору і зміцнення економіки як окремих країн, так і світу в цілому.

Література

1. Alege F. P., Tumuluru J. S., Holt G., Donohoe S. P., Delhom C. D., Wanjura J. D., v.d. Sluijs M. H. J., Thomas J. W. Cotton Gin By-Products Utilization: Past, Present, and Future. *Journal of Cotton Science* 2024. 28(2):79-107. doi:10.56454/SFRM7188.

2. Rowland S.P., Nelson M.L., Welch C.M., Hebert J.J. Cotton Fiber Morphology and Textile Performance Properties1. *Textile Research Journal*. 1976;46(3):194-214. doi:10.1177/004051757604600306.

3. Smart clothes and wearable technology : a volume in The Textile Institute Book Series / ed. by McCann J., Bryson D. 2nd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2023. doi: https://doi.org/10.1016/C2018-0-02513-X.

4. Riaz T., Iqbal M.W., Mahmood S., Yasmin I., Leghari A.A., Rehman A., Mushtaq A., Ali K., Azam M., Bilal M. Cottonseed oil: A review of extraction techniques, physicochemical, functional, and nutritional properties. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2023;63(9):1219-1237. doi: 10.1080/10408398.2021.1963206. Epub 2021 Aug 13. PMID: 34387525.

5. Gutierrez J., Komarnytsky S. Cottonseed oil composition and its application to skin health and personal care. *Front Pharmacol*. 2025 Mar 19;16:1559139. doi: 10.3389/fphar.2025.1559139. PMID: 40176896; PMCID: PMC11961985.

6. Shah S. H., Shoukat S., Hussain Z., Khan S. U., Shafqat N. Physicochemical features, functional characteristics, and health benefits of cottonseed oil: a review. *Braz. J. Biol*. *82*. 2022. https://doi.org/10.1590/1519-6984.243511.

НЕПРЯМЕ ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ПРИДАТНОСТІ ОЛІЙ: ПЕРЕВАГИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПІДХОДУ

Матвєєва Т.В., кандидат технічних наук, с. н. с., доцент
Папченко В.Ю., кандидат технічних наук, с. н. с.
Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААН,
Харків, Україна

Харчові олії становлять важливу складову щоденного раціону людини та відіграють ключову роль у підтриманні життєвоважливих функцій організму. Проте їх хімічна природа зумовлює високу чутливість до автоокиснення – процесу, що супроводжується утворенням продуктів окиснення. Це, у свою чергу, спричиняє погіршення органолептичних властивостей (поява прогірклого смаку), зниження харчової цінності та безпечності олій.

Встановлення мінімального терміну придатності харчових продуктів є ключовим аспектом гарантування їхньої якості, безпечності та збереження споживчих властивостей протягом усього періоду зберігання. Для оцінки терміну придатності застосовують два основні підходи: прямий (реальне зберігання) та непрямий (прискорене старіння). Прямий метод вважається більш точним, однак є трудомістким і тривалим за часом, особливо у випадку продуктів з великим терміном зберігання. Непрямий підхід, відомий як метод прискореного старіння (ASLT – *Accelerated Shelf Life Testing*), передбачає моделювання процесів псування продукту за умов впливу підвищеної температури, вологості або інших факторів зберігання. Найчастіше використовують саме температурне навантаження, що активізує окисні процеси, які призводять до деградації якості олії. Такий підхід дозволяє у стислі строки спрогнозувати зміну показників якості та оцінити стабільність продукту в умовах реального зберігання. На основі даних, отриманих у прискорених умовах, можна розрахувати мінімальний термін придатності, що є особливо важливим для продуктів, які потребують тривалого зберігання. Використання непрямого методу, який базується на кінетичному моделюванні, є доцільним для оцінки стійкості олій до окиснення. Це дозволяє не лише скоротити тривалість досліджень, а й надати науково обґрунтовані рекомендації щодо умов та тривалості безпечного зберігання. Реалізація ASLT включає: вибір відповідних кінетичних факторів для прискорення псування олії, проведення експериментів щодо змін показників якості під їх впливом, а також застосування кінетичних моделей для екстраполяції результатів на реальні умови зберігання та прогнозування мінімального терміну придатності.

Для прискорення автоокиснення олій зазвичай застосовують підвищену температуру, оскільки зі зростанням температури швидкість окисних реакцій зростає експоненційно [1, 2]. Кінетику окиснення олій переважно оцінюють за показником пероксидного числа, що відображає ступінь накопичення первинних продуктів окиснення. Однак оксидативну стабільність олії можна визначати не лише хімічними методами (зокрема за пероксидним числом), а й

інструментальними. Серед останніх перспективним є прилад OXITEST, який безпосередньо вимірює зміну тиску кисню в камері та автоматично визначає індукційний період, що дозволяє уникнути операційних похибок. Також широко застосовують диференційну скануючу калориметрію (ДСК), яка дозволяє оцінювати теплові ефекти, що виникають під час окиснення олії, та визначати температурні характеристики, пов'язані з процесами окиснення. На основі експериментальних даних (пероксидне число, тиск кисню, тепловий ефект) формують кінетичні рівняння, які описують процес окиснення олії, та визначають параметри моделі Арреніуса, що дозволяє оцінити вплив температури на швидкість реакцій. Екстраполяція отриманих параметрів дає змогу прогнозувати мінімальний термін придатності олії за різних температурних режимів зберігання [1, 3].

Таким чином, використання непрямого підходу на основі інструментальних методів є найбільш ефективним рішенням для оцінювання окисної стабільності олій. Такий підхід забезпечує високу точність, автоматизацію аналізу та мінімізує людський фактор, що дозволяє отримувати достовірні результати у стислі терміни й робити об’єктивні прогнози щодо терміну зберігання продукції.

Література

1. Farhoosh R., Hoseini-Yazdi S.Z. Shelf-life prediction of olive oils using empirical models developed at low and high temperatures. *Food Chemistry*. 2013;141:557-565. doi: https://10.1016/j.foodchem.2013.03.024

2. Wasowicz E., Gramza A., Hes M., Jelen H., Korczak J., Malecka M., et al. Oxidation of lipids in food. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2004;13:87-100. Available from: https://journal.pan.olsztyn.pl/OXIDATION-OF-LIPIDS-IN-FOOD,98621,0,2.html

3. Marcano E.S., Belén D., Marín G., Moreno H. Cinética de deterioro del aceite de la semilla de la palma coroba. *Ciencias Básicas y Tecnología*. 2007;19:172-182.

РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СВІЖИХ ЯГІД ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ РНК НОРОВІРУСУ ТА ВІРУСУ ГЕПАТИТУ А ЗА 2022-2024 РОКИ МЕТОДОМ ПЛР-РЧ

Олексієнко І.С., молодший науковий співробітник,
Піщанський О.В., кандидат ветеринарних наук,
Андріящук В.О., кандидат ветеринарних наук,
Курята Н.В., заступник директора, керівник випробувального центру
Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, Київ, Україна

Вступ. Внаслідок швидкої глобалізації агропродовольчого ринку за останні десятиліття значно зросла частота виникнення харчових інфекцій, однією з причин виникнення яких є віруси [1, 2]. До найбільш поширених та висококонтагіозних відносяться збудники вірусних інфекцій сімейств *Picornaviridae* та *Caliciviridae* (норо-, рота-, гепато-, ентеровіруси тощо) [3]. Норовірус та вірус гепатиту А є найбільш поширеними збудниками, що являються частою причиною спалахів гострого гастроентериту та інфекційного гепатиту [4, 5]. Основний механізм передачі збудників є фекально-оральний. Шляхи зараження: контактно-побутовий від людини до людини, при вживанні забруднених харчових продуктів та води [6, 2]. Ці віруси стійкі в навколишньому середовищі, можуть потрапляти до харчових продуктів шляхом забруднення стічними водами та водою, що використовується для поливу під час росту у відкритому і закритому ґрунті, або особами, які займаються обробкою харчових продуктів під час їх збирання, пакування, через контамінований інвентар [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. За інформацією системи швидкого оповіщення про харчові продукти і корми (RASFF), у 2019 р. із країн ЄС надійшло 17 повідомлень про випадки виявлення збудника норовірусної інфекції вірус Норволк у харчових продуктах [6]. Комітет експертів Продовольчої та сільськогосподарської організації Об'єднаних націй / Всесвітньої організації охорони здоров'я (ФАО/ВООЗ) опублікував звіт, в якому визнав, що віруси являються основною причиною хвороб харчового походження, відніс ягоди до другої за пріоритетністю групи мікробіологічної небезпеки (FAO) серед свіжих фруктів та овочів [14]. В Європі 4,4% спалахів зоонозів пов'язані безпосередньо з харчовими продуктами нетваринного походження. За даними EFSA (2014), ягоди посідають четверте та шосте місця серед захворювань людей, викликаних норовірусом, оскільки вживаються у свіжому вигляді, практично без попередньої обробки. Епідеміологічні дослідження показали, що заморожена полуниця та малина являються причиною інфекції [15]. До 2018 року свіжі та заморожені ягоди були причиною 94 спалахів в результаті чого в усьому світі зареєстровано 23433 випадки захворювання [13, 16]. У липні 2013 року Комісія Кодекс Аліментаріус затвердила нові стандарти на фрукти, овочі, рибу та рибну продукцію, корми для тварин з метою захисту здоров'я споживачів у світі, які містять рекомендації для виробників та споживачів з недопущення інфікування

і зниження ризику розповсюдження збудників захворювання [17]. Свіжі ягоди та овочі є частиною раціону людей, проте можуть стати причиною виникнення аліментарних захворювань, викликаних вірусами, зокрема Норволк та вірус гепатиту А [18].

За даними Державної служби статистики, Україна є одним з найбільших експортерів свіжих та заморожених ягід до країн ЄС. Однією з найпоширеніших причин відмови від імпортованих ягід (свіжих та заморожених) є їх можливе забруднення небезпечними патогенами: сальмонела, кишкова паличка, лістерія і віруси, такі як норовірус та вірус гепатиту А. Враховуючи велику кількість повідомлень RASFF щодо випадків виявлення в ягодах та устрицях норовірусу і вірусу гепатиту А в країнах ЄС, та керуючись Законом України «Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин», з метою перевірки відповідності харчових продуктів Державною Службою України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів було затверджено «План державного моніторингу харчових продуктів рослинного походження» щодо лабораторних досліджень мікробіологічних критеріїв: норовірусу та вірусу гепатиту А в свіжих ягодах у 2022, 2023 та 2024 роках [19].

Метою роботи було проведення моніторингових досліджень свіжих ягід (лохина, малина, чорниця) методом полімеразної ланцюгової реакції в реальному часі (ПЛР-РЧ) та аналіз результатів досліджень за 2022-2024 роки щодо виявлення РНК норовірусу та вірусу гепатиту А.

Матеріали і методи. Основним методом виявлення випадків контамінації патогенами харчових продуктів є метод ПЛР-РЧ, який базується на роботі з нуклеїновими кислотами, характеризується високою чутливістю, специфічністю та інформативністю, що дозволяє виявляти та ідентифікувати РНК вірусів у свіжих продуктах і таких, які пройшли технологічну обробку. Дослідження проводились на базі науково-дослідного відділу біохімічних та молекулярних досліджень харчових продуктів, кормів та води ДНДІЛДВСЕ методом ПЛР-РЧ згідно ISO/TS 15216-2 Microbiology of food and animal feed – Horizontal method for determination of hepatitis A virus and norovirus in food using real-time RT-PCR – Part 2 та Регламенту ЄК 178/2002 (articles 14, 31 Regulation EC №178/2002) [20, 21]. Для екстракції РНК використовували набір SureFast ® PREP DNA/RNA Virus, Congen (Німеччина). Постановку ПЛР-РЧ здійснювали на ампліфікаторі Applied Biosystems Quant Studio5 з використанням тест-системи SureFast Norovirus/Hepatitis A 3Plex, Congen (Німеччина). Етапи досліджень включають пробопідготовку досліджуваних проб, екстракцію РНК, приготування ПЛР-сумішей та ампліфікацію. Інтерпретацію результатів проводили за допомогою програмного забезпечення ампліфікатора Applied Biosystems Quant Studio5.

Результати та обговорення. Згідно Планів державного моніторингу харчових продуктів рослинного походження на 2022 – 2024 роки щодо виявлення норовірусу та вірусу гепатиту А в науково-дослідному відділі біохімічних та молекулярних досліджень харчових продуктів, кормів та води ДНДІЛДВСЕ методом ПЛР-РЧ досліджено 387 проб свіжих ягід з різних

областей України. У 2022 році – 148 (30 – лохина, 74 – малина та 44 – чорниця). У 2023 році – 126 (25 – лохина, 66 – малина та 35 – чорниця). В 2024 році – 113 (21 – лохина, 58 – малина, 34 – чорниця).

Аналізуючи одержані результати моніторингових досліджень рослинної продукції, що вирощена на території України, методом ПЛР-РЧ не виявлено жодного випадку контамінації свіжих ягід харчовими патогенами: норовірусом та вірусом гепатиту А.

Висновки. За результатами проведених досліджень в пробах свіжих ягід не виявлено РНК норовірусу та вірусу гепатиту А. Перспективою подальших досліджень є продовження моніторингу рослинної продукції щодо присутності норовірусу та вірусу гепатиту А на постійній основі з метою завчасного виявлення випадків контамінування патогенами харчових продуктів на території України.

References

1. Scrotska O.I., Voloshina I. M., Kistenyuk T.S. Virusy u productach kharchuvannya. Kharchova promyslovist. 2014. 16. 56-60. doi: 10.32718/nvlvet10303.

2. Kalinina O. S. Virusy u kharchovykh produktakh. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriia: Veterynarni nauky.* Lviv, 2021. T. 23. № 103. S. 15–20.

3. De Wit M.A., Koopmans M. P., Kortbeek L. M., Van Leeuwen N. J., Bartelds A. I., Van Duynhoven Y. T. Sensor, a population-dased cohort study on gastroenteritis in the Netherlands incidence and etiology. *Am. J. Epidemiol*. 2001. 154. 666-674.

4. Fraisse A., Coudray-Meunier C., Martin-Latil S., Hennechart-Collete C., Delannoy S., Fach P., Perelle S. Digital RT-PCR method for hepatitis F virus and norovirus quantification in soft berries. *Int. J. Food Microbiol*. 2017. 242. 36-45.

5. Cook N., Williams L., Agostino M.D. Prevalence of norovirus in produce sold at retail in the United Kingdom. *Food Microbiol*. 2019. 79. 85-89.

6. Haidei O. S., Shuliak S. V., Mezhenskyi A. O. Monitorynh norovirusu v ustrytsiakh ta yistivnykh moliuskakh v Ukraini za period 2019–2020 rr. The XIII International Science Conference "Development of modern sci-ence: theory, methodology, practice", March 18–19, 2021, Madrid, Spain. R., 2021. 214–216. doi: 10.46299/ISG.2021.I.XIII (in Ukrainian).

7. Verhoef L.G, Jaramillo-Gutierrez J., Koopmans M., Boxman I. Reported behavior, knowledgeand awareness toward the potential for norovirus transmission by food handlers in Dutch catering companies and institutional settings in relation to the prevalence of norovirus. *Food Control*. 2013. Vol. 34, 2. P. 420-427.

8. Polkowska A., Rasanen S., Nuorti P., Maunula L., Jalava K. Assessment of Food and Waterborne Viral Outbreaks by Using Field Epidemiologic, Modern Laboratory and Statistical Methods-Lessons Learnt from Seven Major Norovirus Outbreaks in Finland. Pathogens (Basel, Switzerland). 2021. 10(12). 1624. https://doi.org/10.3390/pathogens10121624.

9. Li D., Butot S., Zuber S., PROFEL, Uyttendaele M. Monitoring of footborne viruses in berries and considerations on the use of RT-PCR methods in surveillance. *Food Control*. 2018. 89:235-240. https:/doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.02.024.

10. Miotti C., Lisandro Signorini M.L., Oteiza J.M., Emilse Pres V., Barril P.A. Meta-analysis of the prevalence of norovirus and hepatitis A virus in berries. *International Journal of Food Microbiology*. 2024. 413. 110577. https: //doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110577.

11. Efimochkina N. R. Virusnye kontaminanty pishhevyh produktov i metody ih obnaruzhenija. *Gigiena I sanitarija*. 2017. 96(6). 576–584. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-576-584.

12. Maunula L., et al. Detection of human norovirus from frozen raspberries in a cluster of gastroenteritidis outbreaks. E*urosurveillance*. 2009. Vol.14, № 49. P. 19435.

13. Bozkurt H., Phan-Thien, KY., Van Ogtrop F., Bell T., McConchie R. Outbreaks, occurrence and control of norovirus and hepatitis A virus contamination in berries: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2021. 61(1). 116-138. https:/doi.org/10.1080/1040 8398.2020.1719383.

14. Food and Agriculture organization of the United Nations and World Health Organization, 2008. Microbial Hazards in Fresh Fruits and Vegetables Meeting Report.

15. European Food Safety Authority, EFSA BIOHAZ Panel (EFSA Panel on Biological Hazards). Scientific opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella and Norovirus in berries). EFSA. 2014.

16. Raymond P., Paul S., Perron A., Bellehumeur C., Larocque E., Charest H. Detection and sequencing of multiple human norovirus genotypes from imported frozen raspberries linked to outbreaks in the province of Quebec, Canada in 2017. *Food Environ Virol*. 2022. 14. 40-48.

17. Codex Alimentarius CC Europe. https://www.codexalimentarius.org/download/standarts/13215/CXG_079e.p.df.

18. Le Guader F.S., Mittelholzer C., Haugarreau L., Hedlund K. O., Alsterlund R., Pommepuy M., Svensson L. Detection of noroviruses in raspberries assotiated with a gastroenteritis outbreak. *Int. J. Food Microbiol*. 2004. 97. 179-186.

19. Zakon Ukrainy Pro derzhavnyyi control za dotrymannyam zakonodavstva pro kharchovi produkty, kormy, pobichni produkty tvarynnogo pochodzhennya, zdorovya ta blagopoluchchya tvaryn.

20. ISO/TS 15216-2: 2017 Microbiology of food and animal feed – Horizontal method for determination of hepatitis A virus and norovirus in food using real-time RT-PCR – Part 2.

21. Regulation (EC) № 178/2002 of the European Parlament and of the Council of 28 January 2002 Laying Down the General Principles and Requirements of Food Law, Establishing the European Food Safety Authority and Laing Down Procedures in Matters of Food Safety Article 50.

ФОРМУВАННЯ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ГУСТОТИ РОСЛИН

Паламарчук В.Д., доктор с.-г. наук, доцент
Борисов В.В., аспірант
Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна

Вступ. Вирощування кукурудзи в Україні є пріоритетним напрямом зернового господарства. В останні роки площі вирощування кукурудзи стабілізувалися і становлять одне із перших місць в структурі сівозмін. Така тенденція обумовлена високою продуктивністю сучасних гібридів кукурудзи, сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами України та приналежність до теплолюбивих культур C_4 типу фотосинтезу.

Визначення оптимальної густоти посіву є одним із ключових технологічних прийомів, що дозволяє істотно підвищити урожайність кукурудзи та покращити якість продукції. Густота рослин безпосередньо впливає на площу живлення окремої рослини, її забезпечення вологою та іншими факторами життя, що є особливо актуальним в умовах щорічного розширення спектра високопродуктивних гібридів та зростаючої частоти тривалих посушливих періодів у різних агрокліматичних зонах України [1].

На початковому етапі формування продуктивного стеблостою кукурудзи визначається густотою рослин та сортовими особливостями, які впливають на реалізацію генетичного потенціалу урожайності. Ці чинники суттєво впливають на інтенсивність ростових процесів, тривалість окремих фенологічних фаз і загальну тривалість вегетаційного періоду [2, 3].

Контроль густоти посіву дозволяє впливати на інтенсивність росту рослин, прояв морфологічних ознак, терміни формування генеративних органів та перебіг фенологічних фаз. Для досягнення оптимальної передзбиральної густоти рослин передбачають використання страхових надбавок до норми висіву на рівні 5-10 % до 30-40 %, залежно від якості насіннєвого матеріалу, рівня агротехнічного забезпечення та технічних характеристик сівалки [4, 5].

Занадто висока густота посіву кукурудзи призводить до зменшення розмірів качанів або навіть їх відсутності, а також сприяє неефективному використанню вологи та поживних речовин із ґрунту. Це, в свою чергу, зумовлює зниження загальної продуктивності кукурудзи, погіршення її стійкості до стеблових і кореневих гнилей, збільшує висоту рослин, зменшує товщину стебла та погіршує розвиток механічних тканин, що негативно впливає на стійкість рослин до вилягання [6, 7]. Підвищення густоти посіву кукурудзи порівняно з оптимальним значенням ефективне у разі її вирощування на силос, застосування короткостеблових, геліотропних і посухостійких гібридів, а також за умов розміщення посівів на високо родючих ґрунтах, ранніх строків сівби та достатнього вологозабезпечення в період активного росту і розвитку рослин [7].

Негативний вплив загущення посівів кукурудзи проявляється лише за перевищення певного критичного рівня відносно оптимальної густоти. Незначне

збільшення кількості рослин на одиницю площі іноді може мати позитивний ефект. Однак за надмірного загущення спостерігається зменшення лінійних розмірів рослин, зниження урожайності та зменшення площі фотосинтетичної поверхні внаслідок посиленої конкуренції між рослинами за вологу, поживні речовини, світло та інші життєво необхідні ресурси [8].

Дотримання оптимальної густоти посіву гібридів кукурудзи забезпечує сприятливі умови для формування правильної просторової структури агроценозу, покращує аерацію рослинного покриву, рівномірне освітлення, а також сприяє більш ефективному використанню вологи, елементів мінерального живлення та інших факторів життя [6, 9].

Матеріали та методи. Польові досліди проводилися у 2024 році на сірих лісових ґрунтах легкосуглинкового складу. У дослідженні використовували шість гібридів кукурудзи з різним ФАО: від 200 до 380. Густота посіву варіювала від 50 до 90 тис. рослин/га.

Упродовж 2024 року спостерігалися суттєві відхилення температурного режиму та кількості опадів від середньобагаторічних показників. У червні-липні температура повітря сягала 42-45 °С, а тривалість посушливого періоду перевищувала 30 днів. Такий дефіцит вологи у поєднанні з аномально високими температурами негативно позначився на формуванні урожайності гібридів кукурудзи різних груп стиглості.

Дослід проводився на загальній площі 0,55 га, при цьому кожна облікова ділянка займала 10,5 м² і повторювалася тричі. Використана технологія вирощування відповідала типовим умовам зони Лісостепу, за винятком змінної – густоти посіву, яка була об’єктом дослідження.

Результати та обговорення. Результати впливу густоти посіву на лінійні розміри рослин досліджуваних гібридів кукурудзи наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Вплив густоти рослин на прояв висоти рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості, см

Густота посіву, тис. шт. / га (фактор А)	Гібрид кукурудзи (фактор В)					
	ЕС Сіріус (ФАО 200)	Анові КС (ФАО 220)	ЕС Перспектив (ФАО 240)	ДКС 3609 (ФАО 260)	ДКС 3939 (ФАО 320)	Гармоніум (ФАО 380)
50	200,3	215,7	260,5	265,3	264,3	271,3
60	212,1	210,8	262,7	265,9	270,8	267,5
70	215,6	235,4	264,6	260,8	260,5	261,2
80	223,5	234,9	270,9	266,5	260,6	266,9
90	223,7	235,7	270,4	263,7	264,9	265,3
$НІР_{05}$, см	Фактор А = 12,52; фактор В = 16,34; взаємодія АВ = 18,75.					

Згідно з даними таблиці 1, найбільші значення висоти рослин у ранньостиглих гібридів Анові КС (ФАО 220) та ЕС Сіріус (ФАО 200) – 235,7 та 223,7 см – спостерігались при густоті 90 тис. рослин на гектар. Для середньоранніх гібридів ЕС Перспектив (ФАО 240) і ДКС 3609 (ФАО 260)

максимальні висоти – 270,9 та 266,5 см – досягнуті при густоті 80 тис. рослин/га. Середньостиглий гібрид ДКС 3939 (ФАО 320) мав висоту 270,8 см при густоті 60 тис. рослин/га, а гібрид Гармоніум (ФАО 380) – 271,3 см при густоті 50 тис. рослин/га.

Ще однією морфологічною характеристикою, яка суттєво впливає на врожайність та придатність гібридів кукурудзи до механізованого вирощування і збирання, є висота розміщення качанів. Дані щодо висоти прикріплення качанів у гібридів різних груп стиглості залежно від густоти посіву наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Формування висоти закладання качанів у гібридів кукурудзи залежно від густоти посіву, см

Густота посіву, тис. шт. / га (фактор А)	Гібрид кукурудзи (фактор В)					
	ЕС Сіріус (ФАО 200)	Анові КС (ФАО 220)	ЕС Перспектив (ФАО 240)	ДКС 3609 (ФАО 260)	ДКС 3939 (ФАО 320)	Гармоніум (ФАО 380)
50	68,3	85,8	80,5	100,6	101,6	110,5
60	76,1	88,3	100,7	102,5	102,7	110,8
70	82,7	88,3	100,8	109,4	98,3	107,2
80	76,1	82,7	93,9	110,9	100,5	113,8
90	77,2	86,1	100,5	110,3	100,9	111,0
$НІР_{05}$, см	Фактор А = 4,85; фактор В = 5,76; взаємодія АВ = 6,34.					

Максимальні показники висоти кріплення качанів у гібриду кукурудзи Анові КС (ФАО 220) зафіксовані за густоти 90 тис. рослин/га і становили 86,1 см. Для ЕС Сіріус (ФАО 200) найвища висота була на варіанті з густотою 70 тис. рослин/га – 82,7 см, для ЕС Перспектив (ФАО 240) – також за 70 тис. шт./га – 100,8 см. У гібрида ДКС 3609 (ФАО 260) максимальне значення висоти – 110,9 см – спостерігалось за густоти 80 тис. рослин/га, у ДКС 3939 (ФАО 320) – 102,7 см при 60 тис. шт./га, а у Гармоніум (ФАО 380) – 113,8 см при густоті 80 тис. рослин/га.

Висновки. Висота рослин і висота прикріплення качанів тісно пов'язані між собою, залежать від групи стиглості та генетичних особливостей гібридів, а також значною мірою визначаються густотою посіву на одиниці площі.

Найвищі показники висоти рослин (до 271,3 см) та висоти закладання качанів (до 113,8 см) спостерігалися у середньостиглих гібридів за оптимальних густот 50-80 тис. рослин/га. Ранньостиглі гібриди формували нижчі рослини та качани, однак за підвищеної густоти (90 тис. рослин/га) дещо покращували свої параметри. Встановлено пряму залежність між висотою рослин та висотою прикріплення качанів, а також істотний вплив густоти на реалізацію потенціалу гібридів.

Оптимізація густоти стояння рослин залежно від групи стиглості дозволяє максимально реалізувати генетичний потенціал гібридів кукурудзи. Це, у свою чергу, забезпечує формування технологічно ефективних посівів, придатних до механізованого обробітку та збирання.

Урахування специфіки формування морфологічних ознак гібридів кукурудзи дасть змогу у подальшому більш точно оцінювати їх продуктивність залежно від густоти посіву.

Література

1. Паламарчук В. Д., Колісник О. М. Сучасна технологія вирощування кукурудзи для енергоефективного та екологобезпечного розвитку сільських територій: монографія. Вінниця: ТОВ Друк, 2022. 372 с. http://socrates.vsau.org/repository/card.php?lang=uk&id=31508.

2. Грабовський М.Б., Озерова Л.В. Продуктивність та вологість зерна гібридів кукурудзи компанії «Монсанто» залежно від густоти стояння рослин та рівня мінерального живлення. *Агробіологія.* 2012. Вип. 7(91). С. 97-102.

3. Влащук А., Прищепко М., Желтова А. Цариця полів. Чинники урожайності. *Farmer*. 2017. №3 (87). С. 12-13.

4. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2017. 588 с.

5. Гетман Н.Я. Формування врожаю кукурудзи залежно від густоти стояння рослин за мінерального фону живлення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. Вип. 2(33). С. 42-54. DOI:10.37128/2707-5826-2024-2-5 http://forestry.vsau.org/storage/articles/July2024/2BneRWufUZArCjJrOv5k.pdf

6. Паламарчук В. Д., Кричковський В.Ю., Рудська Н.О., Колісник О. М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2023. 296 с. http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/33725.pdf.

7. Коваленко О. А., Дробітко А. В., Паламарчук В. Д., Баглюк У. П. Кукурудза: параметри сівби. *Журнал органічної та фармацевтичної хімії*. 2022. Том 20. Вип. 4 (80). С. 54-60. https://doi.org/10.24959/ophcj.22.274576 https://ophcj.nuph.edu.ua/issue/view/16106/9362

8. Андрієнко О.О. Вплив густоти стояння гібридів кукурудзи на формування площі асиміляційної поверхні. *Сучасний стан науки в сільському господарстві та природокористуванні: теорія і практика*: *збірник тез доповідей II Міжнародної наукової інтернет-конференції*. 20 листопада 2020 р., Тернопіль. 2020. С. 22-24.

9. Андрієнко А., Дергачов Д., Кузьмич В., Токар Б. Гібриди кукурудзи – такі схожі, такі різні. *Агроном*. 2015. №1(47). С. 130-138.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СИЛОСНОЇ КУКУРУДЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ ТА ОТРИМАННЯ ДИГЕСТАТУ

Паламарчук В.Д., доктор с.-г. наук, доцент
Скакун М.В., аспірант

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна

Вступ. На разі все більше уваги набуває в Україні вирощування саме силосної кукурудзи як субстрату для біогазової станції. У Європейських країнах вирощування силосної кукурудзи для біогазових станцій є поширеною практикою і довело свою ефективність, крім того вирощування силосної кукурудзи дозволить збільшити частку культур кормового клину. Можливість отримання дигестату у сільськогосподарських підприємствах потребує все більшої уваги, оскільки сьогодні спостерігається різке зростання цін на мінеральні (синтетичні) добрива і постає проблема раціонального використання системи удобрення.

Виробництво біогазу із зеленої маси кукурудзи здійснюється за допомогою процесу біогазового перетворення, відомого як анаеробний ферментаційний процес. Результатом цього процесу є утворення біогазу, який складається в основному з метану (CH_4) та вуглекислого газу (CO_2), а також невеликої кількості інших газів, таких як сірководень (H_2S). Вирощування кукурудзи для виробництва біогазу має кілька переваг, зокрема висока врожайність, значний вміст органічних речовин, що є важливим для процесу біогазового перетворення, високий вміст крохмалю, який є досить цінним компонентом для виробництва метану і налагоджена технологія вирощування врожаю [1].

Дигестат, який утворюється після біогазового процесу, є багатим на поживні речовини і може бути використаний як органічне добриво для підвищення родючості ґрунту та урожайності послідуючих сільськогосподарських культур. І в країнах Євросоюзу щорічно отримується близько 180 млн. тон дигестату, левова частка якого використовується в якості органічного добрива [2, 3].

Органічна речовина силосу кукурудзи може бути представлена різними компонентами, такими як целюлоза, геміцелюлоза, лігнін, білки та інші органічні речовини [4]. Хімічний склад органічної речовини кукурудзи, у свою чергу, визначається рядом чинників, серед яких основними є кліматичні умови, ґрунтово-кліматична зона вирощування, біологічні особливості гібриду, тривалість вегетаційного періоду, а також застосовані технології вирощування і методи заготівлі, зокрема силосування [5, 6].

Матеріал та методи. Дослідження якості силосної кукурудзи та елементів технології її вирощування проводяться з 2020 року по сьогоднішній день в

умовах ТОВ «Органік-Д».

Ґрунт на ділянці проведення досліджень – сірий лісовий середньо-суглинковий за механічним складом. Технологія вирощування відповідала загальноприйнятим вимогам для цієї ґрунтово-кліматичної зони. Попередником була озима пшениця.

Дослід проводили з чотирикратною повторністю, при цьому варіанти розміщували за схемою рендомізованих блоків. Розмір ділянки варіанта 25 м^2, облікової ділянки 10,5 м^2, тобто чотири суміжні рядки довжиною 5 м.

Збирання та облік урожаю зеленої (силосної) маси кукурудзи здійснювали у фазах молочно-воскової та воскової стиглості зерна. Збір проводили вручну по 10 типових рослин з двох суміжних рядків кожного варіанту досліду [7]. Визначення якості та хімічного складу зеленої (силосної) маси досліджуваних гібридів кукурудзи проводили в сертифікованій лабораторії Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН України.

Результати та обговорення. В процесі досліджень нами встановлений тісну залежність між якістю силосної маси кукурудзи та агротехнічними прийомами вирощування, ґрунтово-кліматичними умовами, групою стиглості та біологічними особливостями гібридів, а також строками проведення збиральних робіт (табл. 1-3).

Таблиця 1. Хімічний склад зеленої маси гібридів кукурудзи, %

Назва зразка (зелена маса кукурудзи)	Суха речовина	Сирий протеїн		Сира клітковина	
		у абсолютно сухій речовині	у натуральній речовині	у абсолютно сухій речовині	у натуральній речовині
Амарос (ФАО 230)	26,61	6,58	1,75	24,51	6,52
П9071 (ФАО 280)	22,21	7,43	1,65	24,77	5,50
П9170 (ФАО 320)	23,52	8,55	2,01	26,86	6,32
Буріто (ФАО 390)	22,87	8,22	1,88	28,68	6,56

Станом на 10-14 серпня вміст сухої речовини в зеленій масі кукурудзи становив: у групі середньоранніх гібридів – Амарос (ФАО 230) – 26,61 %, П9071 (ФАО 280) – 22,21 %; у групі середньостиглих – П9170 (ФАО 320) – 23,52 % та Буріто (ФАО 390) – 22,87 %. Виходячи із даних вмісту сухої речовини (див. табл. 1) можна відмітити, що найбільший вплив на даний показник здійснювали генетичні особливості гібриду, зокрема за вмістом сухої речовини на 10-14 серпня виділився середньоранній гібрид Амарос (26,61%) в порівнянні із іншими досліджуваними гібридами.

Вміст сирого протеїну у натуральній та абсолютно сухій речовині виявився найвищим у гібридів середньостиглої групи П 9170 – 2,01 та 8,55 % і Буріто – 1,88 % та 8,22 %, тоді як у групі середньоранніх гібридів він становив Амарос – 1,75 та 6,58 %, а у гібриду П 9071 – 1,65 та 7,43 %.

Вихід біогазу та кормова цінність силосної маси значною мірою залежать від вмісту сирої клітковини, яка визначалась як у натуральній, так і в абсолютно

сухій речовині. Найвищий вміст сирої клітковини серед досліджених гібридів відзначено у середньостиглого П9170 – 6,32 % у натуральній та 26,86 % в абсолютно сухій речовині. Це свідчить, що зі збільшенням групи стиглості гібридів спостерігається тенденція до підвищення вмісту клітковини. У решти гібридів ці показники склали: Амарос (ФАО 230) – 6,52 та 24,51 %, П9071 (ФАО 280) – 5,50 та 24,77 %, Буріто (ФАО 390) – 6,56 та 28,68 %, відповідно.

При цьому результатами наших досліджень встановлена відмінність вуглеводно-лігнінового комплексу зеленої маси досліджуваних гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від генетичних особливостей самого гібриду (табл. 2).

Таблиця 2. Вуглеводно-лігніновий комплекс в зеленій масі гібридів кукурудзи, % у натуральній речовині

Назва зразка (зелена маса кукурудзи)	Крохмаль	Цукор	Геміцелюлоза	Сума легкорозчинних вуглеводів	Целюлоза	Лігнін	Сума структурних вуглеводів
Амарос (ФАО 230)	0,63	5,04	6,66	12,69	6,33	1,35	14,34
П9071 (ФАО 280)	0,44	3,39	5,29	9,40	4,47	1,09	10,85
П9170 (ФАО 320)	0,37	2,15	6,83	9,71	6,61	1,25	14,69
Буріто (ФАО 390)	0,18	6,91	6,03	13,44	5,31	1,60	12,94

Станом на 10-14 серпня найвищий вміст крохмалю серед досліджуваних гібридів кукурудзи зафіксовано у гібрида Амарос – 0,63 %. У решти гібридів цей показник був нижчим: П9071 – 0,44 %, П9170 – 0,37 %, Буріто – 0,18 %. Вміст цукрів, навпаки, був найвищим у гібрида Буріто – 6,91 %, тоді як у Амароса – 5,04 %, П9071 – 3,39 %, а у П9170 – 2,15 %. Щодо суми легкорозчинних вуглеводів, то її максимальне значення виявлено у середньостиглого гібрида Буріто – 13,44 % і середньораннього Амароса – 12,69 %. У гібридів П9071 і П9170 ці показники склали 9,40 % та 9,71 % відповідно.

Геміцелюлоза, целюлоза та лігнін мають досить погану розчинність та високий їх вміст у рослинній біомасі може зменшувати вихід біогазу. Вміст даних речовин у досліджуваних гібридів коливався в межах геміцелюлоза – 5,29-6,83 %, целюлоза – 4,47-6,61 % та лігнін – 1,09-1,60 %. Найвищі показники вмісту геміцелюлози та целюлози відзначено у гібридів П9170 (ФАО 320) – 6,83 % та 6,61 % відповідно, а також Амарос (ФАО 230) – 6,66 % і 6,33 %. Щодо вмісту лігніну, то максимальні значення спостерігалися у середньостиглого гібриду Буріто – 1,60 %, а також у середньораннього гібриду Амарос – 1,35 %.

Аналогічний аналіз можна провести і за вуглеводно-лігніновим комплексом зеленої маси гібридів кукурудзи у перерахунку на абсолютно суху речовину (табл. 3).

Таблиця 3. Вуглеводно-лігніновий комплекс зеленої маси гібридів кукурудзи, % у абсолютно сухій речовині

Назва зразка (зелена маса кукурудзи)	Крохмаль	Цукор	Сума легкорозчинних вуглеводів	Геміцелюлоза	Целюлоза	Лігнін	Сума структурних вуглеводів
Амарос (ФАО 230)	2,38	18,95	47,68	25,04	23,78	5,08	53,90
П9071 (ФАО 280)	1,98	15,26	42,31	23,81	20,12	4,89	48,82
П9170 (ФАО 320)	1,58	9,16	41,31	29,04	28,09	5,32	62,45
Буріто (ФАО 390)	0,79	30,21	58,77	26,38	23,22	7,00	56,60

Із даних таблиці 3 видно, що найвищий вміст крохмалю був у гібридів Амарос (ФАО 230) – 2,38 % та П 9071 (ФАО 280) – 1,98 %, тоді як у інших гібридів він становив – П 9170 (ФАО 320) – 1,58 % та Буріто (ФАО 390) – 0,79 %. Вміст цукру виявився найвищим у гібриду Буріто (ФАО 390) – 30,21 %, тоді як у інших гібридів він становив Амарос (ФАО 230) – 18,95 %, П 9071 (ФАО 280) – 15,26 % та П 9170 (ФАО 320) – 9,16 %. Сума структурних вуглеводів (целюлози, геміцелюлози та лігніну) найвище значення мала у середньостиглих гібридів кукурудзи П 9170 – 62,45 % та Буріто – 56,60 %. У групі середньоранніх гібридів даний показник складав Амарос –53,90 % та П 9071 – 48,82 %.

Значення вуглеводнево-лігнінового комплексу та хімічного складу істотно залежало від строків проведення збиральних робіт зеленої маси досліджуваних гібридів кукурудзи. Так, зокрема за збирання зеленої маси 20-24 вересня на початок фази воскової стиглості хімічний склад зеленої маси та вуглеводно-лігніновий комплекс у абсолютно сухій речовині приведені в таблиці 4-5.

Таблиця 4. Хімічний склад зеленої маси гібридів кукурудзи, % у абсолютно сухій речовині

Назва зразка (зелена маса кукурудзи)	Сирий протеїн	Сира клітковина
Амарос (ФАО 230)	6,45	19,63
П9071 (ФАО 280)	7,22	14,72
П9170 (ФАО 320)	7,19	15,67
Буріто (ФАО 390)	9,49	14,04

За збирання зеленої маси 20-24 вересня найвищий вміст сирого протеїну був у середньостиглого гібриду кукурудзи Буріто – 9,49 %. Тоді як у інших досліджуваних гібридів він становив П9071 (ФАО 280) – 7,22 %, П9170 (ФАО 320) – 7,19 % та Амарос (ФАО 230) – 6,45 %. Вміст сирої клітковини був найвищим у гібридів кукурудзи Амарос (ФАО 230) – 19,63 % та П9170 (ФАО 320) – 15,67 %.

Характеристику вуглеводно-лігнінового комплексу зеленої маси гібридів кукурудзи зібраної 20-24 вересня у абсолютно сухій речовині наведено в таблиці 5.

Таблиця 5. Вуглеводно-лігніновий комплекс зеленої маси гібридів кукурудзи, % у абсолютно сухій речовині

Назва зразка (зелена маса кукурудзи)	Крохмаль	Цукор	Сума легкорозчинних вуглеводів	Геміцелюлоза	Целюлоза	Лігнін	Сума структурних вуглеводів
Амарос (ФАО 230)	27,76	5,05	48,94	15,47	14,14	3,53	33,14
П9071 (ФАО 280)	39,70	4,49	57,19	13,02	13,02	3,63	29,67
П9170 (ФАО 320)	38,10	4,09	54,97	12,78	10,44	3,56	26,78
Буріто (ФАО 390)	33,25	4,81	59,29	16,23	15,48	3,88	35,59

У цей період вміст крохмалю зріс на 25,38-27,72 % у порівнянні з показниками від 10-14 серпня і становив 39,70 % у гібриду П 9071 (ФАО 280), 38,10 % – у П 9170 (ФАО 320), 33,25 % – у Буріто (ФАО 390) та 27,76 % – у Амарос (ФАО 230). Водночас рівень цукру в зеленій масі знизився на 5,07-25,40 % порівняно з періодом 10-14 серпня й складав 5,05 % у Амарос (ФАО 230), 4,81 % – у Буріто (ФАО 390), 4,49 % – у П 9071 (ФАО 280) та 4,09 % – у П 9170 (ФАО 320). Найбільшу суму легкорозчинних вуглеводів відзначено у середньостиглого гібриду Буріто (59,29 %) та середньораннього П 9071 (57,19 %). Загальний вміст структурних вуглеводів (геміцелюлоза, целюлоза, лігнін) був найвищим у гібриді Буріто – 35,59 % та у Амарос – 33,14 %.

Для визначення виходу біогазу важливо не лише знати вміст сухих речовин та хімічний склад зеленої маси гібридів кукурудзи, але і вихід сухої маси із одиниці площі. Рівень урожайності зеленої (силосної) маси досліджуваних гібридів кукурудзи зібраних 14 серпня 2020 року наведено в таблиці 6.

Таблиця 6. Урожайність зеленої маси гібридів кукурудзи, (за 2020 р.)

Гібрид кукурудзи	Суха речовина,%	Вихід сухої речовини на 1 га, т	Урожайність, т/га
Амарос (ФАО 230)	26,61	14,72	55,3
П9071 (ФАО 280)	22,21	15,30	68,9
П9170 (ФАО 320)	23,52	17,19	73,1
Буріто (ФАО 390)	22,87	17,86	78,1
$НІР_{0,5}$, т/га		1,30	4,82

Із даних таблиці 6 видно, що найвищу врожайність показали середньостиглі гібриди: Буріто – 78,1 т/га та П 9170 – 73,1 т/га. Середньоранні гібриди продемонстрували менші показники: Амарос – 55,3 т/га та П 9071 – 68,9 т/га. Аналогічна тенденція простежується і щодо виходу сухої речовини з одиниці площі, де найкращі результати мали середньостиглі гібриди Буріто – 17,86 т/га та П 9170 – 17,19 т/га.

Висновки. Відмічене зростання кількості органічної речовини та вмісту крохмалю (на 25,38-27,72 %) від фази молочно-воскової до воскової стиглості

зерна. Крім того характеристика хімічного складу та вуглеводно-лігнінового комплексу зеленої маси істотно залежала від генетичних особливостей гібридів та групи їх стиглості. Урожайність зеленої маси та вихід сухих речовин у досліджуваних гібридів кукурудзи суттєво залежали від групи стиглості. Найвищі показники були зафіксовані у середньостиглих гібридів: Буріто – 78,1 т/га зеленої маси та 17,86 т/га сухої речовини, і П 9170 – 73,1 т/га та 17,19 т/га відповідно. Для гібридів середньоранньої групи ці показники були нижчими, і становили: Амарос – 55,3 т/га та 14,72 т/га, П 9071 – 68,9 т/га та 15,30 т/га відповідно.

Отже, для використання як субстрату у біогазових установках найкраще підходять силосні гібриди кукурудзи середньостиглої групи – П 9170 (ФАО 320) та Буріто (ФАО 390). Вони відзначаються найвищою врожайністю та виходом сухої речовини з одиниці площі, а також мають оптимальний вуглеводно-лігніновий комплекс і сприятливий хімічний склад зеленої маси.

Література

1. Theuerl S., Herrmann C., Heiermann M., Grundmann P., Landwehr N., Kreidenweis U. et al. The future agricultural biogas plant in Germany: A vision. *Energies*. 2019. 12 (3), 396. doi: 10.3390/en12030396.

2. Паламарчук В. Д., Кричковський В. Ю., Рудська Н. О., Колісник О. М. Новітні технології вирощування овочевих культур та кукурудзи за використання дигестату біогазових станцій: монографія. Вінниця: Друкарня «Друк», 2023. 296 с.

3. Corden C., Bougas K., Cunningham E., Tyrer D., Kreißig J., Crookes M. *Digestate and Compost as Fertilisers: Risk Assessment and Risk Management Options*; Wood Environment & Infrastructure Solutions UK Limited: Aberdeen, UK, 2019. pp. 121-128. Available online: https://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/pdf/40039 Digestate and Compost RMOA – Final report i2_20190208.pdf.

4. Bartuševics J., Gaile Z. Effect of silaging on chemical composition of maize substrate for biogas production. *Annual 16th International Scientific Conference Proceedings, "Research for rural development 2010",* Jelgava, Latvia, 19-21 May 2010. Vol. 1. P. 42-47.

5. Грабовський М. Б. Потенціал виробництва біогазу із силосної маси сорго цукрового та кукурудзи. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 26-32.

6. Логоша Р. В., Паламарчук В. Д., Кричковський В. Ю. Економічна та біоенергетична ефективність використання дигестату біогазових станцій при вирощуванні сільськогосподарських та овочевих культур в умовах євроінтеграції України. *Бізнес Інформ*. 2022. № 9. С. 40-52. https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-9-40-52

7. Вовкодав В. В. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур (зернові, круп'яні та зернобобові). К., 2001. 64 с.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІНЕРАЛЬНОГО СКЛАДУ МОЛОКА І ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Придеткевич Ю.О., магістр хімії, асистент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна

Молоко є цінним біологічним продуктом, який містить усі необхідні мінеральні елементи, що беруть участь в обмінних процесах організму тварин. Частина мінеральних речовин входить до складу органічних сполук, зокрема білків, тоді як інша частина представлена у вигляді неорганічних солей — таких як хлорид натрію, хлорид калію, фосфат калію та фосфат магнію. Значна кількість кальцію (приблизно 45–50 мг %) пов'язана з білком казеїном, утворюючи казеїнокальцієві комплекси.

Кальцій і фосфор у складі молока мають важливе біологічне значення — вони необхідні для формування кісткової та сполучної тканин, а також беруть участь у численних метаболічних процесах. Сірка і фосфор входять до складу білкових молекул, забезпечуючи їхню структурну і функціональну активність. Завдяки присутності солей лужних і лужноземельних металів, білки молока існують у вигляді стійкої колоїдної системи (золю) [1].

Основні компоненти сухого знежиреного залишку молока — це білки, цукри (переважно лактоза) і мінеральні солі. З них найбільш чутливим до зовнішніх факторів є білок. Його вміст у молоці є змінним і залежить від факторів годівлі, умов утримання, породи та фізіологічного стану тварини.

Молоко є складною багатофазною дисперсною системою, де тверді частинки сухої речовини розподілені у водній основі. Рідка фаза молока складається з води, в якій розчинені цукри, мінеральні речовини та частина білків. Жир у свіжонадоєному молоці перебуває у вигляді емульсії і містить цінні біоактивні речовини — вітамін А, каротиноїди, холестерин. Вміст і склад жирних кислот впливають на фізико-хімічні властивості молока — наприклад, чим більше в молоці вищих жирних кислот, тим нижча його густина. Поверхня жирових кульок вкрита білковими колоїдами, кількість яких впливає на тривалість процесу збивання вершків та виробництва масла. Консистенція масла, своєю чергою, залежить від жирнокислотного складу молока: зокрема, підвищений вміст олеїнової кислоти надає продукту м'якості.

Кількісний та якісний склад білків і мінералів визначає технологічні властивості молока як сировини для виробництва сиру. Особливе значення має казеїн, що утворює колоїдний розчин білого кольору у вигляді казеїнокальцієвих солей. Казеїн проявляє амфотерні властивості, однак з перевагою кислотних функцій. У складі казеїнокальцієвого комплексу вміст кальцію становить близько 0,66–0,88 %. Цей комплекс здатний до коагуляції під дією слабких кислот і сичужного ферменту, що є основою для виробництва кисломолочних продуктів (через кислотне зсідання) і твердих сирів (через сичужне зсідання) [2].

Порушення рівноваги мінеральних сполук у молоці, як у бік дефіциту, так і надлишку, негативно позначається на стабільності його колоїдної системи. У сироробстві особливу роль відіграє співвідношення кальцію до фосфору, оскільки від цього залежить ефективність коагуляції білка, структура згустку та якість готового продукту.

Література

1. Грищук А. В. Про контроль виробництва та заготівлі безпечного та якісного молока. *Ветеринарна медицина України*. 2011. № 8. С. 32–33.

2. Касянчук В. В., Шевченко В. В., Мельничук В. Д., Хоменко І. І. Організація ветеринарно-санітарного контролю якості та безпеки молока коров'ячого на молочних фермах у відповідності до принципів НАССР. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету*. Луганськ, 2006. № 65(68). С. 96–100.

ВИРОЩУВАННЯ ОРГАНІЧНОЇ РИБИ У ПРИРОДНОМУ СТАВІ

Пустова Н.В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Пустова З.В., кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. Господарська діяльність на ставах природних зон у більшості випадків є обмеженою, направленою на максимальне збереження екосистеми – території прилеглої до ставу та різноманіття флори і фауни.

Різнобічний аналіз основних аспектів, які визначають можливість та доцільність використання ставів природних зон у якості товарного рибництва, свідчать про необхідність значної кількості рибо-посадкового матеріалу певної якості та асортименту. Для забезпечення ставів природних зон рибо-посадковим матеріалом рослиноїдних риб, доцільно закуповувати мальок у спеціалізованих господарствах та вирощувати з них товарну рибу [1; 3; 9; 10; 11].

На базі ставів природних зон доцільно створювати спрощені господарства, які б дозволяли вирощувати рибу з урахуванням специфічності умов. Створення органічного рибо-господарства на ставах природних зон сприяє різкому зниженню собівартості товарної риби та покращенню основних рибоводно-економічних показників. За неможливості створити у ставах природних зон всіх необхідних для повносистемного господарства ставів, оптимальним, вважається використання їх, як нагульних – виробництво товарної риби [3; 4; 12].

Матеріали та методи. Методика досліджень передбачала вивчення особливостей вирощування та продуктивність трьох видів риб: короп, білий

амур і гібридний товстолобик в умовах природного ставу за органічного ведення рибництва.

Результати та обговорення. Ефективність сучасних рибних господарств істотно залежить від зони розміщення, кліматичних особливостей, джерел водопостачання та місця розташування господарств. Зона Західної території України, регіон Поділля, за рік налічує біля 91-105 днів з температурою повітря вище +15 ˚С, що дозволяє одержувати із ставів площею 10-15 га приблизно 140-240 кг/га загальної рибо-продукції. Основними видами риб, які вирощують у цій зоні є короп, товстолоб, амур. За дворічного обороту вирощування товарної риби у ставі, середня маса товарних дволіток досягає: коропа – 500 г, гібридного товстолобика і білого амура – 950 г [1; 5; 9]. Тривалість активної підгодівлі коропа за температури води +16 ˚С становить в середньому 105 діб, а кормовий коефіцієнт гранульованих коропових кормів 4,7 од (з вмістом протеїну 23 %).

У полікультурі з коропом вирощуються рослиноїдні риби, термін вирощування до товарної маси у них однаковий (двох- і трьохрічного віку). Товстолобик у ставі знаходить достатньо поживи і його прирости становлять: за перше літо до 70 г, друге – 1500 г, третє – 3000 г. За рахунок природної кормової бази ставів, залежно від їх зонального розташування, можна одержувати 0,2-0,6 т риби з 1 га [8; 11].

Найбільш повноцінний корм для ставкової риби є природний, який забезпечує необхідну кількість вітамінів, ненасичених жирних кислот, незамінних амінокислот, мікроелементів, ферментів тощо. Важливе значення у годівлі молодняку риби мають нижчі хребетні тварини, які населяють товщу води та дно ставу. Тваринні планктонні організми – зоопланктон – найважливіша складова частина корму молоді риб старших вікових груп, яких вирощують у ставових господарствах. Зоопланктон прісних водойм містить чотири групи організмів: найпростіші, коловертки, гілястовусі та веслоногі ракоподібні.

Найбільш цінним кормом для риб є личинки комах, в основному личинки хірономід. У сухій речовині (20 %) личинок комах міститься: протеїну – 61,5 %, жиру – 12,6 %, золи – 8,6 %. У олігохет, які також належать до цінних кормових організмів (калорійність – 5,2 ккал), у сухій речовині (17,3 %) міститься: протеїну – 60,6 %, жиру – 11,0 %, золи – 7,2 % [2; 6; 8]. Ставкова риба живиться личинками та лялечками звичайних і малярійних комарів, одноденками, волохокрильцями, тощо. Коропи більшого розміру окрім личинок, споживають жуків, клопів, метеликів. Улюбленим їх кормом є поширені у мулі та ґрунті ставів черви – олігохети, рачки-бокоплави, водяні ослики, черепашки й слимаки.

Оскільки для живлення молоді риб природна кормова база має велике значення, у нашому природному ставі проводять заходи по її збільшенню, не допускаючи зменшення біомаси зоопланктону та зообентосу. Для цього вносять органічні добрива та розводять у великій кількості окремих видів безхребетних, регулярно заселяючи ними став [8; 12].

У екосистемах ставів відбувається безперервна зміна процесів відтворення й руйнування органічних речовини. Провідна роль у цьому належить бактеріям, які у ставах представлені такими формами: палички, кульки, спіралі, а також

ланцюжки із них. Розрізняють шкідливі та корисні бактерії, які живуть у воді та ґрунті на різній глибині ставу [11; 12].

Важлива роль бактерій у процесах відтворення та руйнування, розкладанні решток відмерлих рослин, тварин, органічних речовин. Бактерії здійснюють мінералізацію: перетворюють складні азотні та вуглецеві сполуки відмерлих рослинних і тваринних решток, у найпростіші хімічні, біологічно цінні елементи, які легко засвоюються водоростями та вищими рослинами.

Запаси природних кормів у ставах обмежені і забезпечують приріст рибної продукції в середньому від 2 до 7 ц/га. Проте на сучасному етапі ведення ставкового рибництва такі показники є нерентабельними. Для досягнення показників 20-40 ц/га риби, обов'язкова її підгодівля, штучними кормами та ущільнена посадка, порівняно з нормальною.

Без підгодівлі, лише на природних кормах, на кожен гектар водної площі ставу можливо виростити з посаджених однорічок в середньому 500 дворічок. На одному центнері сухих рослинних кормів можливо виростити додатково 20 кг риби, або 40 коропів вагою по 0,5 кг.

Враховуючи результати різних досліджень проведених науковцями можна стверджувати, що оптимальною є підсадка 150 шт. однорічок білого амура та 350 шт. товстолобика на 1 га ставу. Тому у нашому досліді враховуючи практику вирощування рослиноїдних риб у полікультурі з коропом використали 1500 шт. амура і 3500 шт. товстолобика.

За оптимального температурного режиму води (+25…+30˚С) рослиноїдні риби дворічного віку можуть досягати маси 0,9-1,6 кг. Ці риби раціонально використовують природні корми, швидко ростуть, відіграють велику роль у підвищенні продуктивності ставів і є добрими біологічними меліораторами водойм. Особливістю товстолобика є поїдання у ранньому віці зоопланктону, а у подальшому, все життя риба споживає фітопланктон [12].

Ефективність годівлі риби істотно залежить від факторів зовнішнього середовища. Від температури води залежить швидкість проходження корму у кишечнику коропа. За температури +20˚С у дволіток коропа вона становить 8-10 годин, +22˚С – 6-9, +26˚С – 4-7 годин. Разове споживання корму дворічками не перевищує 2 % маси риби, тому й разова даванка не повинна бути більшою 1,5-2 % маси риби. Короп починає брати корм за температури води понад +8˚С. З підвищенням температури інтенсивність його живлення зростає і досягає оптимуму за температури +23…+28˚С, для рослиноїдних риб оптимальною є температура +18…+30˚С.

Годівлю коропа у природному ставі за органічного ведення рибництва розпочинали, коли температура води досягла +10˚С. Для поступового звикання риби до корму, на кормові місця розкладали корм невеликими порціями по 2-3 кг. Корм роздавали один раз на добу о 6-7 годинах ранку, щоб до 12 години риба його спожила, а у другій половині дня вона споживала природні корми [5; 7; 8].

У випадку коли риба добре росте і не споживає весь наданий корм, його даванку зменшували. Контрольні облови проводили кожні сім днів на двох-трьох ділянках ставу. На початку вирощування коропа витрати кормів на одну

голову за добу, були в межах 4-5 грам, а максимальні – 7 грам спостерігали у серпні, коли приріст цьоголітки в основному досягається за рахунок згодовуваних кормів.

Розрахувавши економічні показники виявили, що показник рентабельності найвищий у товстолобика – 61 %, середній у амура – 55 % та найменший у коропа – 42 %, в середньому по трьох видах риб – 52,67 %.

Підчас ведення господарської діяльності на природному ставі за органічного ведення рибництва потрібно чітко усвідомлювати до яких наслідків може призвести необережне, несанкціоноване та непродумане внесенням мінеральних речовин, добрив, надмірна щільність посадки риби та її годівля, тощо. Зміна незначної частинки екосистеми може призвести до незворотних наслідків або знищення всієї фауни та флори даної водойми. Тому, знаючи фактори, які впливають на якість водного середовища і життєдіяльність риб, потрібно спостерігати за змінами хімічного складу води та своєчасно проводити оздоровчі заходи, що дозволить підтримувати якість води на оптимальному рівні і підвищувати рибопродуктивність. Комплексна інтенсифікація вирощування риби – науково обґрунтована система заощаджень ресурсів та коштів, є запорукою ефективного ведення господарства.

Висновки. У ставах природних зон за органічного ведення рибництва доцільно використовувати для виробництва товарної риби такі види: короп, білий амур і гібридний товстолобик. У ході наших досліджень виявили рентабельність найвищу в товстолобика – 61 %, а в середньому по трьох видах риб – 52,67 %.

Література

1. Білий амур. URL: https://darg.gov.ua/_bilij_amur_0_0_0_6888_1.html

2. Гайдамака Любомир. Технологія біофлокуляції: практичне застосування. 2020. URL: https://vismar-aqua.com/ru/tehnologiya-bioflokulyatsiyi-praktichne-zastosuvannya.html

3. ЗАКОН УКРАЇНИ «Про аквакультуру». 2020. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5293-17#Text

4. Кернасюк Ю. В. Стан розвитку рибництва й аквакультури. 2021. URL: http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/20708-stan-rozvytku-rybnytstva-i-akvakultury.html

5. Короп. URL: https://darg.gov.ua/_korop_0_0_0_6629_1.html

6. Марциновський Анатолій. Українська аквакультура: як з перспективної стати успішною. 2021. URL: https://agravery.com/uk/posts/show/ukrainska-akvakultura-ak-z-perspektivnoi-stati-uspisnou

7. Нові тренди у рибогосподарському секторі економіки Європи. Державне агентство рибного господарства України. 2022. URL: https://darg.gov.ua/_novi_trendi_u_0_0_0_12112_1.html

8. Пустова Н.В., Пустова З.В., Балицький Д.О. Вирощування органічної риби у природному ставі. Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. Львів, 2023. Том 24.

Випуск 1. С. 143-156. URL: https://scivp-journal.com.ua/index.php/journal/article/view/275

9. Товстолоб. (*Hypophthalmichthys*). URL: https://darg.gov.ua/_tovstolob_0_0_0_7177_1.html

10. Христофоров Владислав. Підприємства аквакультури цьогоріч збільшили виробництво продукції. 2021. URL: https://uprom.info/news/pidpryyemstva-akvakultury-czogorich-zbilshyly-vyrobnycztvo-produkcziyi/

11. Шарило Ю. Є., Вдовенко Н. М., Поплавська О. С., Дмитришин Р. А., Томілін О. О., Герасимчук В. В. Формування пропозиції на рибу та інші водні біоресурси в рециркуляційних аквакультурних системах у контексті сталого розвитку сільських територій: посібник. К.: НУБіП України, 2022. 96 с. URL: https://darg.gov.ua/_formuvannja_propoziciji_na_0_0_0_12159_1.html

12. Що потрібно для розвитку української аквакультури. 2021. URL: https://agronews.ua/news/rozvytok-akvakultura-potrebuye-sproshchennya-orendy-vodoym-ta-derzhpidtrymky/

МІКРОПЛАСТИК У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ: ВИКЛИКИ ДЛЯ БЕЗПЕКИ СПОЖИВАЧІВ

Самар А., асистент кафедри хімії
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,
Кам'янець-Подільський, Україна

Вступ. Пластикове забруднення стало однією з найгостріших екологічних проблем сучасності. Особливу загрозу становить мікропластик — частки розміром менше 5 мм, які потрапляють у навколишнє середовище внаслідок фрагментації більших пластикових виробів або потрапляють туди первинно, наприклад, з косметики чи синтетичних волокон. Через свою мікроскопічну структуру ці частки легко проникають у харчовий ланцюг і виявляються в продуктах харчування — морепродуктах, столовій солі, питній воді, меді, цукрі тощо.

З огляду на хімічну природу полімерів та їх здатність адсорбувати на своїй поверхні токсичні домішки, мікропластик становить серйозну загрозу для здоров'я людини. Його вплив включає не лише фізичні механічні подразнення, а й токсичну дію мономерів, пластифікаторів, стабілізаторів і сорбованих забруднювачів (феноли, ПАВ, важкі метали, ПХБ тощо). Ці фактори обумовлюють потребу у всебічному дослідженні та регуляції мікропластику в харчовій продукції.

Матеріали та методи. Для аналізу стану проблеми проведено огляд публікацій у базах Scopus, ScienceDirect, PubMed за 2018–2024 роки. Розглянуто типи полімерів, які найчастіше трапляються у харчових продуктах: поліетилен

(PE), поліпропілен (PP), полістирол (PS), полівінілхлорид (PVC), поліетилентерефталат (PET).

Вивчено фізико-хімічні методи виявлення мікропластичних часток: FTIR-спектроскопія (інфрачервона спектроскопія з Фур'є-перетворенням), Raman-спектроскопія, електронна мікроскопія, піроліз-газова хроматографія з мас-спектрометрією (Py-GC/MS)

Також, проаналізовано сучасні методи знезараження та зменшення мікропластику в харчових середовищах і навколишньому середовищі.

Результати та обговорення. На основі аналізу даних встановлено, що мікропластик виявляється в широкому спектрі харчових продуктів. Зокрема, у 93% зразків бутильованої води, за результатами дослідження Orb Media у 2018 році, були виявлені полімерні частки розміром від 6,5 до 100 мкм [1]. Подібні знахідки фіксувалися у продуктах морського походження — мідіях, креветках, рибі, де мікропластик накопичується через фільтрацію води або поїдання дрібних організмів, які вже містять пластик. Інші продукти, такі, як столова сіль або мед, зазнають забруднення на етапі виробництва, транспортування чи пакування.

Дослідження показують, що найбільш поширені фрагменти мікропластику в їжі — це волокна, фрагменти та плівки, виготовлені переважно з PE, PP та PET [2]. Їх розмір коливається від 1 мкм до 500 мкм. У середньому людина може споживати до 50 000 мікропластичних часток на рік, згідно з даними WWF (2019).

Хімічна небезпека пов'язана з тим, що полімери мають високу гідрофобність і добре адсорбують ліпофільні токсиканти. Наприклад, полістирол може переносити стирол, мономер із потенційною канцерогенністю. PVC містить вінілхлорид, що класифікується як канцероген I групи. До того ж у складі пластикових добавок можуть бути бісфенол-А (BPA) — ендокринний дизруптор, фталати — токсиканти репродуктивної системи, антипірени — стійкі органічні забруднювачі.

Мікропластик не тільки накопичується в продуктах, а й трансформується у нанопластик, який здатен проникати через кишковий епітелій, гематоенцефалічний бар'єр і навіть в ембріональні тканини (дані in vivo на мишах).

Методи вирішення проблеми:

1. Зменшення використання одноразового пластику (наприклад, введення законодавчих обмежень на упаковку з ПВХ та PS, переорієнтація виробництва на біорозкладні матеріали (PLA, PHA, целюлоза);
2. Фільтрація і знезараження води (використання нанофільтрації та зворотного осмосу в бутильованій і водопровідній воді, технології сорбції з використанням гідрофобних полімерних смол);
3. Біодеградація за допомогою мікроорганізмів (бактерії роду *Ideonella sakaiensis* (здатні розкладати PET на мономери) [3], активні ферменти: PETаза, MHETаза — перспективні в харчовій промисловості для знезараження обладнання);

4. Нормативне регулювання і контроль (необхідне встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК) мікропластику в харчових продуктах, впровадження міжнародної системи маркування та простежуваності пластикової упаковки, забезпечення тестування продуктів з високим ризиком забруднення (сіль, риба, бутильована вода).

Висновки. Мікропластик у харчових продуктах — це багатофакторна загроза, що охоплює фізичну, хімічну й біологічну складові безпеки. Потенційна токсичність полімерів і їхніх добавок, висока сорбційна здатність до токсикантів, проникнення у тканини — усе це вимагає системного реагування.

Вирішення проблеми можливе лише за умов інтеграції зусиль науки, харчової промисловості, державного регулювання та громадськості. Необхідно стандартизувати методи виявлення мікропластику, розробити нормативи і ГДК, підтримувати перехід до сталого пакування, впроваджувати методи біодеградації та фільтрації.

Без цього забезпечення справжньої харчової безпеки у XXI столітті залишатиметься декларативним.

Література

1. Mason S. A., Welch V., Neratko J. Synthetic polymer contamination in bottled water = Забруднення бутильованої води синтетичними полімерами. *Frontiers in Chemistry*. 2018. Vol. 6. Article 407. DOI: https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00407

2. Барбоза Л. Г. А., Ветхак А. Д., Лаворанте Б. Р., Лундербю А. К., Гілгерміно Л. Морське мікропластикове сміття: нова загроза для продовольчої безпеки, якості харчових продуктів і здоров'я людини. *Бюлетень морського забруднення (Marine Pollution Bulletin)*. 2018. Т. 133. С. 336–348. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047

3. Yoshida S. et al. A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate) = Бактерія, що руйнує та засвоює поліетилентерефталат. *Science*. 2016. Vol. 351, No. 6278. P. 1196–1199. DOI: https://doi.org/10.1126/science.aad6359

Секція 6. Цифрова трансформація у рослинництві та тваринництві: впровадження нових технологій з використанням штучного інтелекту

Section 6. Digital transformation in crop and livestock production: introduction of new technologies using artificial intelligence

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ В СИСТЕМІ Ш І В ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМАХ СЕЛЕКЦІЇ ГОРОХУ ПОСІВНОГО

Чернуський В.В., кандидат с.-г. наук, с.н.с.
Інститут біоенергетичних культур та цукрових буряків, Київ, Україна

Вступ. В умовах воєнного часу високобілкова культура гороху набуває стратегічного значення у вирішенні питання продовольчої безпеки України. Разом з тим врожайність гороху в Україні залишається вкрай низькою і за даними Державної служби статистики у 2024 році склала 2,19 т/га при валовому зборі 416 тис. т з площі 189 тис. га. У зв'язку з кардинальними змінами клімату одним із перспективних шляхів вирішення даної проблеми є одночасне підвищення продуктивності та адаптивності новостворених сортів.

Класична базова проблема селекції більшості сільськогосподарських культур це оптимізація взаємозв'язку формування параметрів цінних продуктивно – адаптивних ознак на еко – градієнтних ландшафтах онтогенетичного розвитку фенотипу. Дані зв'язки як правило негативні, нелінійні, вимагають постійного підлаштовування під мінливі умови зовнішнього середовища. Тому відповідно до кардинальних змін клімату необхідно застосування сучасних методів математико – статистичного аналізу у вигляді диференціюючих геометричних поверхонь відгуку для виявлення синергетично – емерджентних балансів продуктивних і адаптивних ознак популяцій, мітки яких знаходяться у максимальній червоній зоні еко – градієнтних ландшафтів.

А також методів машинного навчання (ML), щоб ефективно аналізувати цей величезний обсяг складних даних. Використання великих даних у поєднанні з ML у селекції рослин має потенціал для революції в цій галузі та підвищення продовольчої безпеки [1].

Це пов'язано також з тим, що глобальна сфера даних розширюється в геометричній прогресії, і за прогнозами, досягне 180 зетабайт у 2025 році, тоді як очікується, що поточні технології не будуть масштабуватися з такою ж швидкістю. Вихід - модульний і цілісний підхід, який поєднує глибокі нейронні мережі, навчені на змодельованих даних, коди виправлення помилок на основі тензорного продукту та механізм запасу надійності об'єднаний в єдиний узгоджений конвеєр [2].

Методика досліджень. Для верифікованого аналізу експериментальних даних застосовано метод побудови математичних моделей складних процесів на засадах генетичних алгоритмів. Це евристичний алгоритм пошуку, що використовується для рішення задач оптимізації і моделювання шляхом послідовного підбору, комбінування і варіації шуканих параметрів з використанням механізмів, що нагадують біологічну еволюцію. У порівнянні з багаторядним алгоритмом групового урахування аргументів даний метод дає можливість синтезувати математичні моделі будь-якої складності без

попереднього вибору числа рядів селекції [3]. Використано платформу PYTHIA 8.1.[4].

Результати досліджень. Класична одновимірна та багатоваріантна статистика - найпоширеніші методи, що використовуються для аналізу даних у селекції рослин. Оцінка генетичного різноманіття, класифікація генотипів рослин, аналіз компонентів врожайності, аналіз стабільності врожаю, оцінка біотичних та абіотичних стресів, прогнозування батьківських комбінацій у програмах гібридної селекції виконуються переважно класичними статистичними методами. Незважаючи на успішне застосування, ці класичні статистичні методи мають недостатню ефективність в аналізі даних, отриманих під час досліджень складних процесів онтогенезу рослин, оскільки генотип, середовище та їх взаємодія (G × E) призводять до недетермінованого та нелінійного характеру характеристик рослин. Масштабний потік даних, включаючи феноміку, метаболоміку, геноміку, необхідно проаналізувати для ефективної інтерпретації результатів, на які впливає G × E. Нелінійні непараметричні методи машинного аналізу у вигляді нейромереж: часткова найменша квадратна регресія, випадковий ліс та опорні векторні машини-одні з найбільш актуальних моделей машинного навчання, які широко застосовуються для аналізу нелінійних та складних даних у класичній селекції рослин [5].

В наших дослідженнях використано поєднання методів аналітичної геометрії у вигляді поверхонь відгуку та нейромереж у вигляді платформ генетичних алгоритмів. Зокрема в системі поверхонь відгуку досліджена диференціація зразків у темпоральній системі умов зовнішнього середовища різних років сортовипробування та диференціація зразків у ієрархічній системі добору контрольний розсадник – конкурсне сортовипробування за різними попередниками (рис. 1, рис. 2).

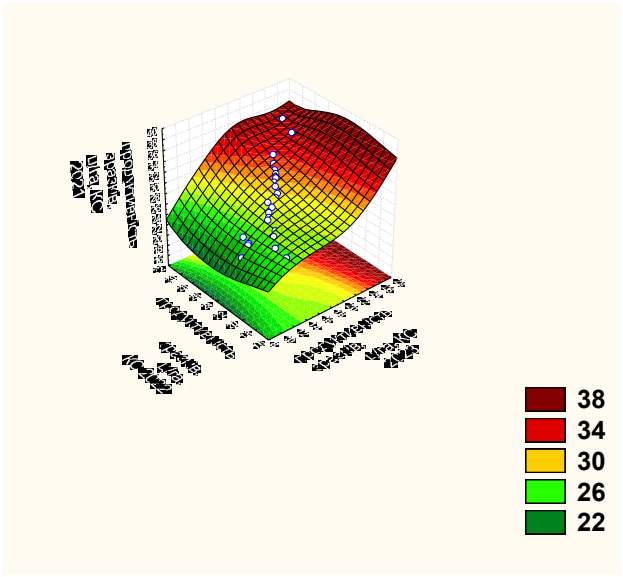

Рис. 1. Диференціація зразків у темпоральній системі умов зовнішнього середовища різних років сортовипробування на аналітичних поверхнях відгуку. Конкурсне сортовипробування 2021 – 2023рр.

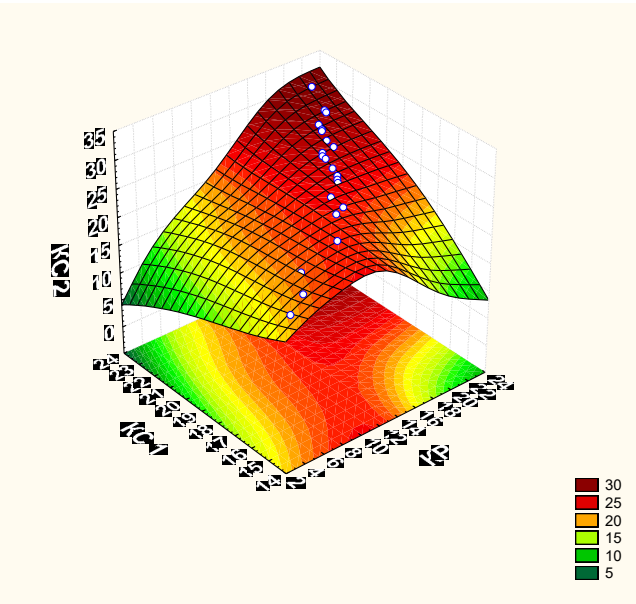

Рис. 2. Диференціація зразків у ієрархічній системі добору контрольний розсадник – конкурсне сортовипробування за різними попередниками, 2022р.

На платформі інтерпретації результатів, на які впливає G × E, доведено значну та достовірну диференціюючу здатність поверхонь відгуку в системах різних умов зовнішнього середовища, різних експериментальних ділянок та різних ієрархічних популяцій добору.

Відпрацьовано методологію добору перспективних зразків вусатого морфо типу гороху з оптимальним поєднанням компонентних ознак на міжпопуляційному рівні шляхом аналізу в системі нейромереж методом генетичних алгоритмів з попередньою нормалізацією параметрів компонентів (рис. 3). За результатами аналізу шляхом оптимізації параметрів компонентних ознак виділено цінні фенотипи за № 7, 10, 12, 16-20.

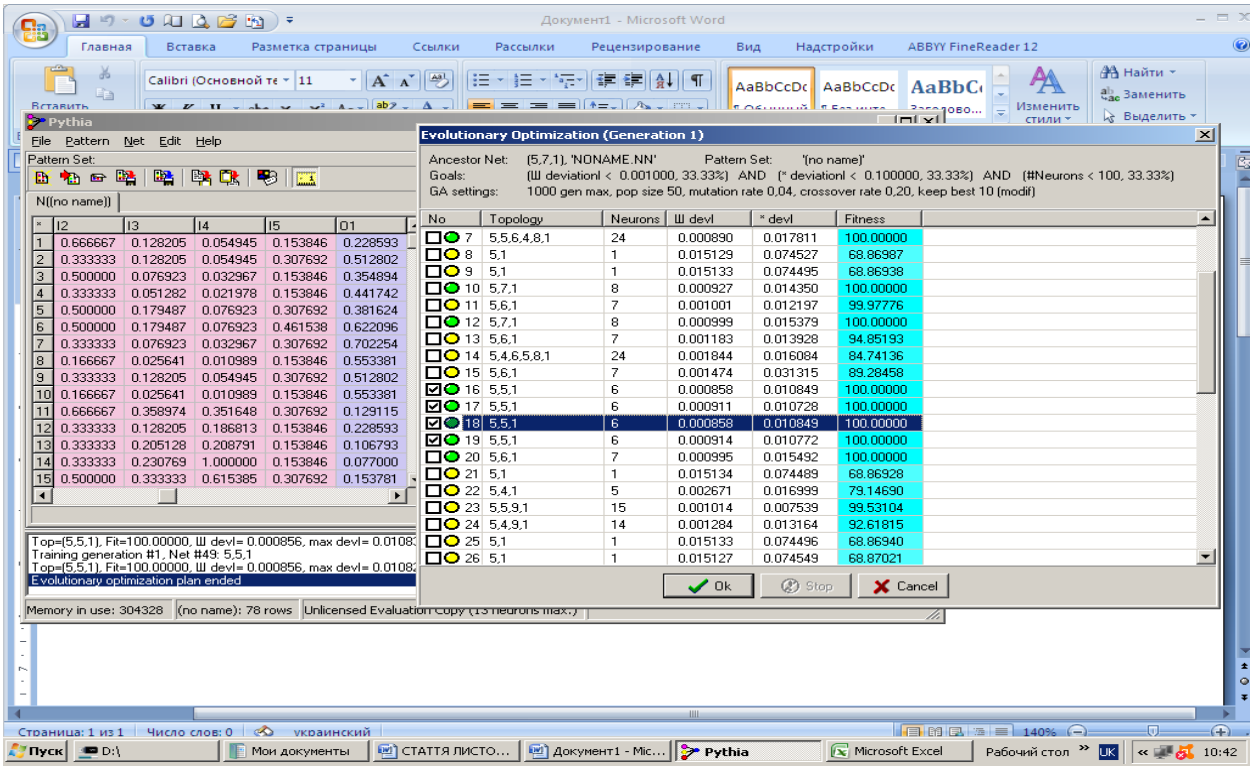

Рис. 3. Аналіз в системі нейромереж ШІ методом генетичних алгоритмів з метою оптимізації параметрів компонентних ознак для виділення цінних фенотипів

Висновки. Доведено значну та достовірну диференціюючу здатність поверхонь відгуку та нейромереж в системах G × E різних умов зовнішнього середовища, різних експериментальних ділянок та різних ієрархічних популяцій добору.

Література

1. Yoosefzadeh Najafabadi M., Hesami M., Eskandari M. Machine Learning-Assisted Approaches in Modernized Plant Breeding Programs. *Genes.* 2023. *14*. 777. https://doi.org/10.3390/genes14040777

2. Bar-Lev D., Orr I., Sabary O. et al. Scalable and robust DNA-based storage via coding theory and deep learning. *Nat Mach Intell.* 2025. https://doi.org/10.1038/s42256-025-01003-z

3. Горбійчук М.І., Шуфнарович М.А. Метод побудови математичних моделей складних процесів на засадах генетичних алгоритмів. *Штучний інтелект*. 2010. 4. С. 50-57.

4. Skands P., Carrazza S., Rojo J. Tuning PYTHIA 8.1: the Monash 2013 tune. *The European Physical Journal.* 2014. *C.* 74(8):Article 3024 DOI 10.1140/epjc/s10052-014-3024-y.

5. Mohsen Niazian Machine Learning for Plant Breeding and Biotechnology *Agriculture.* 2020. 10(436):436 DOI:10.3390/agriculture10100436

II Міжнародна науково-практична конференція

«ЄДИНИЙ СВІТ – ЄДИНЕ ЗДОРОВ'Я»

3-4 червня 2025 року

II International Scientific and Practical Conference

ONE WORLD – ONE HEALTH

June 3-4, 2025

Матеріали друкуються в авторській редакції з мінімальними технічними правками. Автори несуть відповідальність за дотримання вимог академічної доброчесності, зміст і достовірність представлених матеріалів.

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН
вул. Маяцька дорога, 24, смт Хліборобське
Одеський район, Одеська область
Україна, 67667
e–mail: icsanaas@ukr.net, сайт: www.icsanaas.com.ua