

АНАЛІЗ ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ ЗА СТАНОМ РОСЛИННОСТІ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ПЕТРОПАВЛІВСЬКИЙ ЛИМАН» ТА ЙОГО ОКОЛИЦЬ

А.А. БІЛУШЕНКО,

кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри загальної екології,
радіобіології та безпеки життєдіяльності

E-mail: But_Cherkassy@ukr.net, <https://orcid.org/0009-0005-4084-9548>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Abstracts. Ландшафтний заказник «Петропавлівський лиман» та його околиці зазнають значного антропогенного впливу внаслідок людської діяльності. Саме тому аналіз фіторізноманіття є важливим з метою отримати уявлення про рівень трансформації території заказника. У ході роботи здійснили екоморфологічний аналіз флори, та виявили антропогенний вплив на фітоценози. Складено список рослин з біоекологічною паспортизацією, які виявлені в ході досліджень. Для проведення досліджень обрали три пункти. На цих пунктах у ході роботи проведено по 16 описів з різним проективним вкриттям рослинністю впродовж вегетаційного періоду двічі. Флора вирізняється незначним різноманіттям 94 види вищих судинних рослин, які належать до 33 родин. До основних родин, які мають найбільшу насиченість видами відносяться Айстрові (*Astraceae*), Тонконогові (*Roasaea*) та Шипшинові (*Rosaceae*). Серед кліматоморф переважають гемікриптофіти, серед екоморф – види, що частково вимогливі до світла. Біоморфи характеризуються домінуванням полікарпиків (багаторічні рослини). У гігіроспектрі флори переважають види гігіроомезофіти та ксерофіти. Види із середніми умовами зволоження складають 16 %. Частка ксерофітів в умовах помірного зволоження становить 7 %. Види, які проявляють широку толерантність до умов зволоження складають 2%. Серед трофоморф повністю переважають мезотрофні види. Ценоморфна структура представлена переважно типовими видами лук. В усіх описах присутня рудеральна фракція, а також види що частково або факультативно належать до цієї групи. У зв'язку з очевидним антропогенним впливом (засмічення, яке є наслідком рекреаційної та господарської діяльності, розорювання, випасання худоби, присутні ознаки тех-

ногенного навантаження) рослинні асоціації слабо розвинені. Загальна фракція адвентивних видів складає 29%, з яких 14% видів утворюють стійку фракцію в досліджених фітоценозах. Виявлено два види, які вважаються карантинними. Видів деревних і чагарникових рослин незначна кількість, і складає менше ніж 5% від усієї флори і перебуває в стані дегресії. Територія досліджень потребує подальших спостережень за станом трансформаційних змін рослинності, яка відбувається на цьому етапі.

Ключові слова: рослинність, фіторізнманіття, адвентивні види, антропоічний вплив.

Вступ.

Петропавлівський лиман – ландшафтний заказник загальнодержавного значення. Розташований на території Дніпропетровської області, поблизу сіл Коханівка, Брагинівка, Самарське, Петрівка, Миколаївка, та селища міського типу Петропавлівка. Статус території надано для збереження цінних природних комплексів річкової заплави. За фізико-географічним районуванням територія входить до лівобережної частини Південно-Степового Придніпров'я (Manuk V.V. et al, 2011; Voloshina N.O., 2014). Заказник та його околиці зазнають значного антропоічного впливу внаслідок людської діяльності. Саме тому є доцільними аналіз фіторізнманіття з метою отримати уявлення про рівень трансформації території. Дослідженість за флористичним складом околиць, так само як і самого заказника не є достатньою. Про те, територія яка стосується деяких заплавлних ділянок самої річки Самари, досить добре досліджена (Roschina N.O., 2016; Tarasov V.V., 2012). Достатньо вивчена флора Присамар'я (Baranovski B.O. et al., 2017, 2018, 2020). Об'єкт наших досліджень знаходиться в заплаві річки Самара. Для території заплави характерна лучна і

солончакова рослинність (Manuk V.V. et al, 2011). Річка Самара має розгалужену гідрографічну мережу з 39 притоками першого порядку (більше 10 км), 142 притоками другого, третього та іншого порядків і густотою річкової мережі (з урахуванням приток) – 0,33 км (Kochet V.M. et al., 2006; Kotovych O.V. et al., 2022).

Мета роботи – дослідити фіторізнманіття та надати біоекологічну характеристику видам рослин, виявити рослинні угруповання та антропоічний вплив на місцеві фітоценози.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження:

1. Дослідити фіторізнманіття та проаналізувати біоекологічні особливості видів місцевої флори;
2. Виявити місцеві фітоценози, та наслідки антропоічного впливу на рослинність.

Матеріали та методи дослідження.

Для проведення досліджень обрали три пункти: 1 – територія навколо шахти, 2 – територія заказника, 3 – околиця с. Петрівка (рис.1). Координати: широта 48.3918971; довгота 36.362125. У межах пунктів досліджень заклали по 16 модельних ділянок де описи проводили впродовж

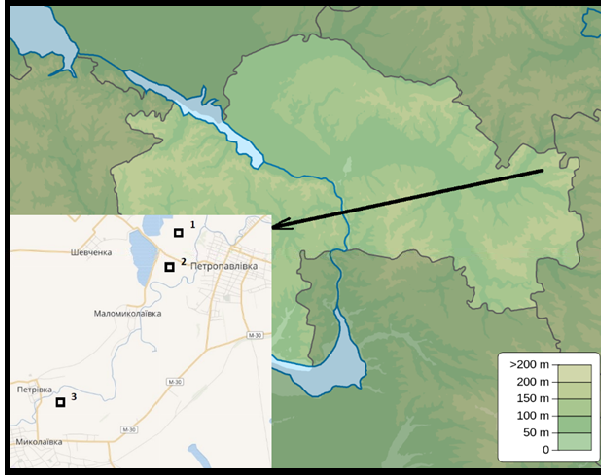


Рис. 1. Пункти проведених досліджень

вегетатійного періоду двічі (дата проведення описів: 15.05–01.06.2021). Найповнішу систематичну структуру флори будь-якої місцевості, відносно проективного вкриття, відображає відсоткове співвідношення видів з різних родин. Для визначення проективного вкриття видами рослин використано шкалу Ж. Браун-Бланке (Braun-Blanquet J., 1964).

Описи рослинних угруповань виконувались на стандартних ділянках, які відповідають мінімальній площі – від 5–9 м² з різним проективним вкриттям рослинністю (для травостою інколи брали 1 м²). Їх розмір можна змінювати в залежності від меж фітоценозів. Камеральну обробку результатів досліджень проводили за допомогою програми Ficen2 (Goncharenko I.V., 2016; Parpan V.I. et al., 2016; Goryaev I.V., 2022), та стандартних програм Microsoft Excel.

Екоморфологічний аналіз проведено за основними показниками біоекологічної паспортизації видів (Baranovski B.O. et al, 2017). Як окрему фракцію, виділили адвентивні

види. Латинські назви подано на основі сучасної номенклатури. Таксономія видів подана в межах родини. Класифікацію синтаксонів, які складаються з видових асоціацій (в місцях де вони були виражені, оскільки рослинні асоціації сформовані слабо через антропоційний вплив) здійснили згідно загально прийнятих методик (Beregoviу P.M., 1966; Goryaev I.V., 2022).

Результати та їх обговорення

Загальна характеристика дослідженої рослинності. Флора в досліджених пунктах відрізняється незначним видовим багатством. Таксономічний склад флори складав з 94 види, що належать до 33 родин. До основних родин, які мають найбільшу насиченість видами належать Asteraceae – 17% флористичного складу, Poaceae – 14%, Rosaceae – 10% (табл.1-2).

У флорі заказника переважають гемікриптофіти (54%), терофіти у

флористичній фракції складають – 13%, а фанерофіти – 15%. За екоморфологічними характеристиками переважають види, що частково вимогливі до світла, їх частка у рослинній фракції складає – 62%, інша частина видів рослин, відноситься до геліофітів (рослини відкритого простору). Серед біоморф, домінують рослини полікарпіки (багаторічники). Монокарпіки представлені однорічниками – 11%, та одно- дворічниками – 16%. Видів деревних і чагарникових рослин незначна кількість і складає менше, ніж 5%. Безпосередньо, деревна рослинність двох досліджених пунктів (пункти 1 та 3, рис.1) молода й несформована (дослідна ділянка біля шахти та околиця с.Петрівка). У гігроспектрі, види із середніми умовами зволоження складають – 16%. Переважають, гігromeзофіти та ксерофіти (55%). А ксерофіти, частка яких зростає в умовах помірного зволоження складає 7%. Деякі види проявляють широку толерантність до умов зволоження (2,1%). Серед трофоморф, значно переважають види мезотрофи та оліготрофи – 80%. Ценоморфна структура флори представлена, переважно лучними видами. Значну участь у флористичному складі відіграють рудеральні, та види що факультативно належать до цієї групи (44%). Види, що належать до типової рудеральної фракції складають 18%, що може свідчити про антропоічний вплив, який супроводжується трансформацією середовища. Адвентивна фракція складає 29%, з них 14% видів утворюють стійку фракцію в досліджених фітоценозах (табл.1-2). Видів, які знаходяться під охороною держави або на міжнародному рівні не виявлено. Рослинні асоціації розвинені слабо. Детальні-

шу інформацію стосовно пунктів де проведені дослідження розглянемо далі.

1. Територія навколо шахти. Переважають рослини-мезофіти. Рослинні асоціації на цій ділянці слабо сформовані. Ділянка характеризується забур'яненістю. У травостої переважає озимий однорічник *Anisantha tectorum* – 30%. Дев'ять видів рослин відносяться до чужорідних, з яких *Ambrosia artemisiifolia* та *Heracleum sosnowskyi* відносять до карантинних. Наявність *Rumex confertus* з площею проективного вкриття від 5 до 20% місцями, може свідчити про закисленість ґрунту. Характерна забур'яненість частково пояснюється антропоічним впливом (побутове засмічення, що тягне за собою біологічне забруднення – враховуючи наявність чужорідних видів рослин у фракції). На ділянках простежуються зоогенні зміни, що супроводжуються впливом тварин-землеріїв. Відомо, що з діяльністю гризунів пов'язане існування багатьох видів рослин, зокрема тих що відносять до бур'янів. Поїдання гризунами коренів багаторічних злаків часто призводить до загибелі цих рослин (дерновини). Біля нір простежуються плями без рослинності. Такі ділянки перериті та піддобрені органікою тваринного походження сприятливі для поселення бур'янів, що вимогливі до пухкості ґрунту та вмісту в нім гумусу (*Anisantha tectorum*, *Galium aparine*, *Myosotis stricta*), що простежується в цьому місці. Разом з ними поселяються однорічні ефемери – *Jacobaea vulgaris*. На інших модельних ділянках переважають злаки – *Poa pratensis* та *Elymus repens*. Місцями *Tanacetum vulgare* + *Elymus repens* утворюють асоціацію з домінуванням *Tanacetum vulgare* (30%), що

є чужорідним видом. Інші чужорідні види *Jacobaea vulgaris* та *Saponaria officinalis* займають зовсім малу частку у фракції. Наявність таких рослин, як *Vicia cracca*, *Taraxacum officinale* свідчать про нейтральні властивості ґрунту. На ділянках біля шахти домінували злаки, серед яких *Anisantha tectorum*, а також ще два адвентивні види – *Ambrosia artemisiifolia*, *Jacobaea vulgaris*. Наявність трьох видів бобових рослин, а саме *Vicia cracca*, *Trifolium repens*, *Medicago sativa*, а також та *T. officinale*, навіть у незначній кількості теоретично, може свідчити про рН ґрунту, що наближається до нейтрального.

Санітарно-захисна зона – 300 м. від шахти, під відвалом. Площа проективного вкриття рослинністю, у два рази менша ніж на ділянках навколо шахти. Більшу частку, приблизно 25% займають злаки, з яких *Anisantha tectorum* займає не менше ніж 10% у фракції інших злаків. Типові лучні види злакових, займають меншу частку, що може свідчити про зміну рельєфу під впливом техногенного навантаження. Приблизно 30% видів рослин в угрупованні, належать до типових рудералів. Три види, що складає 15% від фракції є адвентивними. Наявність *Lepidium (cardaria) draba*, говорить про можливість лужних властивостей ґрунтів на цьому місці.

Санітарно-захисна зона – 300 м. від шахти, на відвалі. Рослинність сформована вкрай слабо. В основу травостою входять багаторічні злаки *Poa pratensis* та *Elymus repens*. Субдомінантом, виступає адвентивно-інвазійна фракція до якої входять *Tanacetum vulgare* + *Jacobaea vulgaris*. А площа проективного вкриття не більше ніж 30%, говорить

про наявність прямого антропогенного навантаження.

2. Територія заказника. Характерним є формування рослинності на основі багаторічних трав. Основу травостою становлять багаторічні злаки, осоки серед яких відмічена переважно *Carex acuta*. Екологічні умови, за яких формується лучна рослинність, сприяють її росту і розвитку рослин упродовж усього періоду вегетації. Чужорідні види у фракції флори не чисельні за кількістю видів, й трапляються не часто (займають приблизно 10% від усієї флори). Наявність *Chelidonium majus* на усіх пробних ділянках від 5 до 15%, свідчить про високу родючість ґрунту з помірним зволоженням, а також про можливий антропічний вплив, оскільки цей вид відноситься до синантропних рослин.

Окрім того, площа проективного вкриття від 90 до 95% рослинністю, підтверджує фактор помірної зволоженості. За типом геоморфології локального різновиду, ділянка річки належить до лиманних терас. Трансформація заплави під впливом антропічних чинників створила передумови для розвитку рудерально-нітрофільних угруповань *Chelidonium-Galieta*. Угруповань, які характерні для слабо засолених субстратів не виявлено. Ділянка річки, яку ми дослідили характерна для екотопів обсихаючих мілководь для якої, у цьому випадку, характерне моноценотичне угруповання, яке складається із заростей очерету звичайного (*Phragmites australis*), що характерне для синузії першого ступеня. Занурена у воду рослинність представлена слабо сформованими поодинокими представниками роду *Potamogeton* (рис.2).

Деревна рослинність уздовж те-

1. Список та біоекологічна паспортизація рослин, які трапляються на модельних ділянках ландшафтного заказника «Петропавлівський лиман» та його околиць (1-кліматоморфи, 2- біоморфи, 3-геліоморфи) / A list of bioecological certification of the vegetation that grows in the model plots of the Peter and Paul Estuary landscape reserve and its outskirts (1-climatomorphes, 2-biomorphes, 3- heliomorphes)

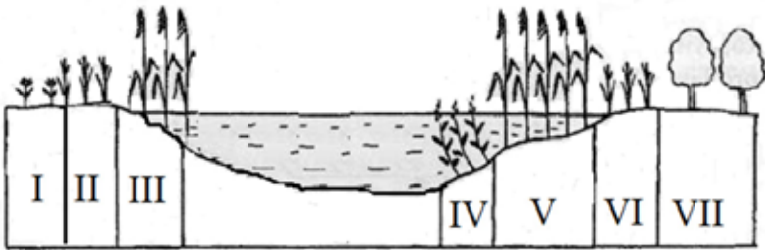
Види рослин у межах родини			
Родина Тонконогові (Poaceae)			
Види рослин у межах родини	1	2	3
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers., 1805 Свинорій пальчастий *	HKr	Per	He
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753 Грястиця зібрана	HKr	Per	ScHe
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould, 1947 Пирій повзучий	G	Per	ScHe
<i>Poa pratensis</i> L. 1753 Тонконіг лучний	G	Per	He
<i>Poa bulbossa</i> L. Тонконіг бульбистий	HKr	Per	He
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv., 1812, Плоскуха звичайна	T	Ann	He
<i>Agropiron cristatum</i> (L.) Gaerth, 1770 Житняк гребінчастий *	Hkr	Per	He
<i>Anisantha tectorum</i> (L) Nevski Анізанта покрівельна *	T	Ann	ScHe
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. Ex Steud., 1841. Очерет звичайний	HKr	Per	ScHe
<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult., 1824. Кипець великоцвітний	HKr	Per	He
<i>Festuca pratensis</i> Huds. Костриця лучна	HKr	Per	ScHe
<i>Phleum pratense</i> L. Тимофіївка лучна	HKr	Per	He
<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. Ex Gaudin, 1811 Костриця валіська	HKr	Per	He
Родина Рдесникові (Potamogetonaceae)			
<i>Potamogeton</i> sp. Рдесник	HKr	Per	HeSe
Родина Осокові (Cyperaceae)			
<i>Carex acuta</i> L., 1753 Осока гостра	Hkr	Per	He
Родина Ситникові (Juncaceae)			
<i>Juncus effusus</i> L., 1753 Ситник розлогий	Hel	Per	He
Родина Сапіндові (Sapindaceae)			
<i>Acer negundo</i> L., 1753 Клен ясенелистий (американський) *	Ph	Arb	He
<i>Acer platanoides</i> L. Клен гостролистий	Ph	Arb	HeSc
<i>Acer tataricum</i> L., 1753 Клен татарський	Ph	ArbFs	ScHe
Родина Маслинові (Oleaceae)			
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Ясен пенсильванський *	Ph	ArbPer	HeSc

<i>Elaeagnus angustifolia</i> L., 1753 Маслина вузьколиста *	Ph	FrArb	He
Родина Вербові (Salicaceae)			
<i>Populus pyramidalis</i> Rozier Тополя пірамідальна *	Ph	Arb	He
Родина Березові (Betulaceae)			
<i>Betula pendula</i> Roth, 1788 Береза бородавчаста (повисла)	Ph	Arb	ScHe
Родина В`язові (Ulmaceae)			
<i>Ulmus pumila</i> В`яз низький (малий) *	Ph	Arb	ScHe
Родина Букові (Fagaceae)			
<i>Quercus robur</i> L. Дуб звичайний	Ph	Arb	ScHe
Родина Айстрові (Asteraceae)			
<i>Achillea millefolium</i> L., 1753 Деревій звичайний	HKr	Per	He
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L., 1753 Амброзія полинолиста *	T	Ann	ScHe
<i>Artemisia vulgaris</i> L., 1753 Полин чорний	HKr	Per	ScHe
<i>Artemisia absinthium</i> L., 1753 Полин гіркий *	HKr	Per	He
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq., 1773 Полин австрійський	Ch	Per	He
<i>Lactuca serriola</i> L. Латук дикий (компасний) *	THKr	AnnBien	ScHe
<i>Crepis tectorum</i> L., 1753 Скерда покрівельна	THKr	Bien	He
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., 1791 Якобея звичайна *	HKr	BienPer	He
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg, 1780. Кульбаба лікарська	HKr	Per	ScHe
<i>Tragopogon majus</i> L., 1753 Козелець великий	HKr	Bien	He
<i>Picris hieracioides</i> L., 1753 Гірчанка нечуйвітрова	HKr	Per	He
<i>Scorzoneroidea autumnalis</i> (L.) Moench, 1794 Любочки осінні	HKr	Per	He
<i>Jurinea cyanoidea</i> (L.) Rchb., 1831 Нагловатки волошкові (юрінея волошкова)	HKr	Per	He
<i>Helianthus subcanescens</i> E.E.Watson Соняшник сіруватий *	HKr	Ann	He
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. 1772 Осот польовий	HKr	Bien	ScHe
<i>Arctium lappa</i> L., 1753 Лопух великий	HKr	Bien	ScHe
Родина Маренові (Rubiaceae)			
<i>Galium aparine</i> L., 1753 Підмаренник чіпкий	T	Ann	ScHe
<i>Galium mollugo</i> L., 1753 Підмаренник м`який	HKr	Per	SnHe
Родина Льонові (Linaceae)			
<i>Linum catharticum</i> L., 1753 Льон проносний	HKr	Per	He
Родина Молочайні (Euphorbiaceae)			
<i>Euphorbia esula</i> L., 1753 Молочай гострий	HKr	Per	He

Родина Капустяні (Brassicaceae)			
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl, 1892 Кудрявець звичайний *	T	Ann	He
<i>Lepidium (cardaria) draba</i> L. Хрінниця (кардарія) крупковидна	HKr	Per	He
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., 1792 Грицик звичайний *	T	Ann	He
Родина Бобові (Faboideae)			
<i>Vicia</i> Вика	HKr	Per	He
<i>Vicia cracca</i> L., 1753 Горошок мишачий	HKr	Per	He
<i>Medicago sativa</i> L., 1753 Люцерна посівна *	HKr	Per	He
<i>Trifolium repens</i> L., 1753 Конюшина повзуча (біла)	HKr	Per	He
<i>Robinia pseudoacacia</i> Робінія біла *	Ph	Arb	He
Родина Гвоздикові (Caryophyllaceae)			
<i>Saponaria officinalis</i> L., 1753 Мильнянка лікарська *	HKr	Per	ScHe
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill., 1789 Зірочник середній	HKr	Per	He
Родина Амарантові (Amaranthaceae)			
<i>Chenopodium album</i> L., 1753 Лобода біла	T	Ann	ScHe
Родина Берізкові (Convolvulaceae)			
<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753 Берізка польова	G	Per	ScHe
Родина Окружкові (Ariaceae)			
<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden., 1944 Борщовик Сосновського *	HKr	Bien	ScHe
<i>Aethusa cynapium</i> L. Собака петрушка *	THKr	Ann Bien	ScHe
<i>Cnidium dubium</i> (Schkuhr) Schmeil & Fitschen Стожильник сумнівний	HKr	Bien	ScHe
Родина Губоцвіті або Глухокропівові (Lamiaceae)			
<i>Lamium amplexicaule</i> L. Глуха кропива стеблообгорнута *	THKr	AnnBein	He
<i>Lamium purpureum</i> L., 1753 Глуха кропива пурпурова *	THKr	AnnBien	ScHe
<i>Ballota nigra</i> L. М'яточник чорний *	HKr	Per	ScHe
<i>Lycopus exaltatus</i> Ehrh., 1782 Вовконіг високий	HKr	Per	ScHe
<i>Stachis</i> sp. Чистець	G	Per	ScHe
Родина Квасеницеві (Oxalidaceae)			
<i>Oxalis acetosella</i> L. Квасениця (кислиця) звичайна	T	Ann	ScHe
Родина Макові (Papaveraceae)			
<i>Chelidonium majus</i> L., 1753 Чистотіл звичайний	HKr	Per	HeSc
<i>Papaver rhoeas</i> L., 1753 Мак дикий (польовий)	HKr	Per	ScHe

Родина Шорстколисті (Boraginaceae)			
<i>Myosotis sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl, 1806. Незабудка лучна	THKr	AnnBien	ScHe
<i>Nonea pulla</i> (L.) DC., 1805 Куряча сліпота звичайна	T	AnnBien	ScHe
<i>M. stricta</i> Roem. & Schult., 1819 Незабудка дрібнолиста	THKr	Bien	ScHe
<i>Cynoglossum officinale</i> L., 1753 Чорнокорінь лікарський *	H	Bien	He
Родина Гречкові (Polygonaceae)			
<i>Polygonum aviculare</i> L., 1753 Спориш звичайний	T	Ann	ScHe
<i>Rumex confertus</i> Willd., 1809 Щавель кінський	HKr	Per	ScHe
Родина Руткові (Fumariaceae)			
<i>Fumaria officinalis</i> L. Рутка лікарська *	T	Ann	He
Родина Шипшинові (Rosaceae)			
<i>Rosa canina</i> L., 1753 Шипшина звичайна (собача)	Ph	Fr	ScHe
<i>Malus</i> Яблуня	Ph	Arb	ScHe
<i>Prunus cerasus</i> L. 1753 Вишня *	Ph	Arb	ScHe
<i>Prunus armeniaca</i> L. 1753 Абрикос *	Ph	Arb	He
<i>Pyrus communis</i> L. Груша дика	Ph	Arb	ScHe
<i>Potentilla argentea</i> L., 1753 Перстач сріблястий	HKr	Per	He
<i>Argentina anserina</i> L., 1753 Перстач гусячий	HKr	Per	He
<i>Agrimonia eupatoria</i> L., 1753 Парило звичайне	HKr	Per	ScHe
<i>Tanacetum vulgare</i> L., 1753 Пижмо звичайне	Hk	Per	ScHe
Родина Подорожникові (Plantaginaceae)			
<i>Veronica longifolia</i> L. Вероніка довголиста	HKr	Per	ScHe
<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753 Подорожник ланцетолистий	Hkr	Per	He
<i>Plantago major</i> L. Подорожник великий	HKr	BienPer	He
Родина Кропивні (Urticaceae)			
<i>Urtica dioica</i> L., 1753 Кропива дводомна	G	Per	HeSc
Родина Плюмбагові (Plumbaginaceae) або Кермеківі (Limoniaceae)			
<i>Limonium</i> sp. Кермек	HKr	Per	He
Родина Ранникові (Scrophulariaceae)			
<i>Verbascum thapsus</i> L., 1753 Дивина ведмеже вушко	HKr	Bien	He

Родина Жовтецеві (Ranunculaceae)			
<i>Trollius europaeus</i> L., 1753 Купальниця європейська	HKr	Per	He
<i>Ranunculus acris</i> L., 1753 Жовтець їдкий	HKr	Per	He
<i>Myosurus minimus</i> L., 1753 Мишачий хвіст	T	Ann	He
Родина Хвилівникові (Aristolochiaceae)			
<i>Aristolochia clematitis</i> L. Хвилівник звичайний	HKr	Per	HeSe



**Рис. 2. Фітоценотичний профіль р. Самара в межах заказника/
Phytocenotic profile of the river. Samara within the reserve:**

I – Поле із сівозмінами/ *Field of all kinds*, *II* – *Carex acuta*, *III* – *Phragmites australis*, *IV* – *Potamogeton*, *VI* – *Carex acuta*, *VII* – *Acer tataricum* + *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer platanoides*, *A. negundo*.

раси проходить у вигляді лісосмуги. До першого ярусу входять *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*, *Acer platanoides*, *Fraxinus pennsylvanica*. Другий ярус утворюють *A. tataricum*, та *A. negundo*. У травостой домінує *Carex acuta*. Простежується поява таких бур'янів, як *Cirsium arvense*, що говорить, про межування території заказника з полем, як одним із факторів антропогенного впливу. На межі заказника з полем, видовий склад флори, надзвичайно бідний. З'являються сліди зоогенного впливу (наявність кротовин та мурашників).

3. Околиця с. Петрівка. Переважає лучна рослинність, домінують злаки *Elymus repens* + *Poa pratensis*. На цій ділянці помітні пасквальні змі-

ни – часткове порушення рослинного покриву пов'язане з випасанням худоби. Але великих стадій пасквальної дигресії, не спостерігається хоча, за кількістю видів, місцями, на модельних площадках переважають одно- та дворічні бур'яни, що може бути наслідком початкової дигресії. Оскільки за ясністю переважають багаторічні злаки, то вони частково можуть стимулювати сукцесійний процес. А отже, на цих модельних площадках має місце стадія слабого випасання. Деревна та чагарникова рослинність майже не розвинена. Відмічені поодинокі екземпляри *Pyrus communis* та *Elaeagnus angustifolia*. У травостой з'являються типові лучні види, що характерні для зволжених запла-

2. Список та біоекологічна паспортизація рослин, які трапляються на модельних ділянках ландшафтного заказника «Петропавлівський лиман» та його околиць (4- трофоморфи, 5- гігроморфи, 6- ценоморфи) / A list of bioecological certification of the vegetation that grows in the model plots of the Peter and Paul Estuary landscape reserve and its outskirts (4-trophomorfes, 5- gigromorphes, 6- cenomorphes)

Види рослин у межах родини			
Родина Тонконогові (Poaceae)			
Види рослин у межах родини	4	5	6
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers., 1805 Свинорій пальчастий *	AlkMsTr	XMs	HalPr
<i>Dactylis glomerata</i> L., 1753 Грястиця зібрана	OgMsTr	Ms	SilPr
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould, 1947 Пирій повзучий	MsMr	Ms	SilSTPrRu
<i>Poa pratensis</i> L. 1753 Тонконіг лучний	MsTr	Ms	Pr
<i>Poa bulbossa</i> L. Тонконіг бульбистий	OgMsTr	MsX	RuSt
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv., 1812, Плоскуха звичайна	OgMgTr	MsHg	Ru
<i>Agropiron cristatum</i> (L.) Gaerth, 1770 Житняк гребінчастий *	OgTr	MsX	Ps
<i>Anisantha tectorum</i> (L) Nevski Анізанта покрівельна *	OgMgTr	MsX	PsRu
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. Ex Steud., 1841. Очерет звичайний	MsTr	Hel	PalAg
<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult., 1824. Кипець великоцвітний	Mg	X	St
<i>Festuca pratensis</i> Huds. Костриця лучна (Вівсяниця)	MsTs	HgMs	Pr
<i>Phleum pratense</i> L. Тимофіївка лучна	MgTr	Ms	Pr
<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. Ex Gaudin, 1811 Костриця валіська	MgTr	X	St
Родина Рдесникові (Potamogetonaceae)			
<i>Potamogeton</i> sp. Рдесник	MsTr	Hy	Aq
Родина Осокові (Cyperaceae)			
<i>Carex acuta</i> L., 1753 Осока гостра	MsTr	HelHg	AgPal
Родина Ситникові (Juncaceae)			
<i>Juncus effusus</i> L., 1753 Ситник розлогий	MsTs	Hg	Pal
Родина Сапіндові (Sapindaceae)			
<i>Acer negundo</i> L., 1753 Клен ясенелистий (американський) *	Og-MgTr	MsX-HgMs	SiCuRu
<i>Acer platanoides</i> L. Клен гостролистий	MgMsTr	Ms	Sil
<i>Acer tataricum</i> L., 1753 Клен татарський	Og- AlkMgTr	MsX-HgMs	SilSMn
Родина Маслинові (Oleaceae)			

<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Ясен пенсильванський *	MsTr	MsX	SilRu
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L., 1753 Маслина вузьколиста *	MsAlkMgTr	X-HgMs	SilPrCuRu
Родина Вербові (Salicaceae)			
<i>Populus pyramidalis</i> Rozier Тополя пірамідальна *	MsTr	XMs	SilCu
Родина Березові (Betulaceae)			
<i>Betula pendula</i> Roth, 1788Береза бородавчата (повисла)	MsOgTr	Ms-MsHg	Sil
Родина В'язові (Ulmaceae)			
<i>Ulmus pumila</i> В'яз низький (малий) *	OgMsTr	MsX	SilCuRu
Родина Букові (Fagaceae)			
<i>Quercus robur</i> L Дуб звичайний	OgMs- AlkMgTr	MsX-MsHg	Sil
Родина Айстрові (Asteraceae)			
<i>Achillea millefolium</i> L., 1753 Деревій звичайний	MsTs	XMs	StPr
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L., 1753 Амброзія полинолиста *	Og-MgTr	X	Ru
<i>Artemisia vulgaris</i> L., 1753 Полин чорний	MgTr	Ms	PrRu
<i>Artemisia absinthium</i> L., 1753 Полин гіркий *	MsTr	XMs	Ru
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq., 1773 Полин австрійський	MsTr	X	RuSt
<i>Lactuca serriola</i> L. Латук дикий (компасний) *	MsTr	XMs	SilRu
<i>Crepis tectorum</i> L., 1753 Скерда покрівельна	OgMsTr	MsX	PsStRu
<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn., 1791 Якобея звичайна *	OgTr	XMs	Ru
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg, 1780. Кульбаба лікарська	MsTr	Ms	RuPr
<i>Tragopogon major</i> L., 1753 Козелець великий	MsTr	MsX	SMuRuSt
<i>Picris hieracioides</i> L., 1753 Гірчанка нечуйвітрова	MsTr	MsX	RuSt
<i>Scorzoneroideis autumnalis</i> (L.) Moench, 1794 Любочки осінні	MsTr	MsX	RuSt
<i>Jurinea cyanooides</i> (L.) Rchb., 1831 Нагловатки волошкові (юрінея волошкова)	OgMsTr	MsX	PsSt
<i>Helianthus subcanescens</i> E.E.Watson Соняшник сіруватий *	OgTr	Ms	Ru
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. 1772 Осот польовий	MgTr	XMs	Ru
<i>Arctium lappa</i> L., 1753 Лопух великий	MgTr	Ms	SilRu
Родина Маренові (Rubiaceae)			
<i>Galium aparine</i> L., 1753 Підмаренник чіпкий	MgTr	XMs	SilRu

<i>Galium mollugo</i> L., 1753 Підмаренник м'який	MsTr	XMs	SilPr
Родина Льонові (Linaceae)			
<i>Linum catharticum</i> L., 1753 Льон проносний	MsTr	XMs	PtSt
Родина Молочайні (Euphorbiaceae)			
<i>Euphorbia esula</i> L., 1753 Молочай гострий	MgTr	X	Pr
Родина Капустяні (Brassicaceae)			
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl, 1892 Кудрявець звичайний *	MsTr	XMs	Ru
<i>Lepidium (cardaria) draba</i> L. Хрінниця (кардарія) крупковидна	AlkOg- MgTr	Ms	PrHal
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., 1792 Грицик звичайний *	MgTr-MsTr	XMs	Ru
Родина Бобові (Faboideae)			
<i>Vicia</i> Вика	MsTr	Ms	Ar
<i>Vicia cracca</i> L., 1753 Горошок мишачий	MsTr	HgMs	RuStPr
<i>Medicago sativa</i> L., 1753 Люцерна посівна *	MgTr	XMs	CuRuPr
<i>Trifolium repens</i> L., 1753 Конюшина повзуча (біла)	MgTr	Ms	CuRuPr
<i>Robinia pseudoacacia</i> L., 1753 Робінія біла *	Og-MgTr	MsX	SiCuRu
Родина Гвоздикові (Caryophyllaceae)			
<i>Saponaria officinalis</i> L., 1753 Мильнянка лікарська *	OgMsTr	Ms	RuSMnPr
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill., 1789 Зірочник середній	AlkTr	HgMs	PrHal
Родина Амарантові (Amaranthaceae)			
<i>Chenopodium album</i> L., 1753 Лобода біла	MsTr	MsX	Ru
Родина Берізкові (Convolvulaceae)			
<i>Convolvulus arvensis</i> L., 1753 Берізка польова	MsTr	MsX	Ru
Родина Окружкові (Ariaceae)			
<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden., 1944 Борщовик Сосновського *	MsTs	Ms	PrSil
<i>Aethusa cynapium</i> L. Собака петрушка *	MsTr	XMs	SilRu
<i>Cnidium dubium</i> (Schkuhr) Schmeil & Fitschen Стожильник сумнівний	MsTr	HgMs	PrSil
Родина Губоцвіті або Глухокропівові (Lamiaceae)			
<i>Lamium amplexicaule</i> L. Глуха кропива стеблообгорнута *	OgMsTr	XMs	Ru
<i>Lamium purpureum</i> L., 1753 Глуха кропива пурпурова *	MsTr	XMs	Ru
<i>Ballota nigra</i> L. М'яточник чорний *	MsTr	Ms	Ru
<i>Lycopus exaltatus</i> Ehrh., 1782 Вовконіг високий	MgTr	MsHg	PrPal
<i>Stachis</i> sp. Чистець	MgTr	Hg	PrPal

Родина Квасеницеві (Oxalidaceae)			
<i>Oxalis acetosella</i> L. Квасениця (кислиця) звичайна	MsTr	XMs	Ru
Родина Макові (Papaveraceae)			
<i>Chelidonium majus</i> L., 1753 Чистотіл звичайний	MsMgTr	Ms	RuSil
<i>Papaver rhoeas</i> L., 1753 Мак дикий (польовий)	MsTr	MsX	PtStRu
Родина Шорстколисті (Boraginaceae)			
<i>Myosotis sparsiflora</i> J.C.Mikan ex Pohl, 1806. Незабудка лучна	MsTr	MsX	RuSil
<i>Nonea pulla</i> (L.) DC., 1805 Куряча сліпота звичайна	MsTr	MsX	RuSt
<i>M. stricta</i> Roem. & Schult., 1819 Незабудка дрібнолиста	MsTr	MsX	Ru
<i>Cynoglossum officinale</i> L., 1753 Чорнокорінь лікарський *	MgMsTr	MsX	Ru
Родина Гречкові (Polygonaceae)			
<i>Polygonum aviculare</i> L., 1753 Спориш звичайний	MsTr	MsX	Ru
<i>Rumex confertus</i> Willd., 1809 Щавель кінський	MsTr	XMs	RuPrMn
Родина Руткові (Fumariaceae)			
<i>Fumaria officinalis</i> L. Рутка лікарська *	MsTr	XMs	Ru
Родина Шипшинові (Rosaceae)			
<i>Rosa canina</i> L., 1753 Шипшина звичайна (собача)	MsTr	XMs	RuSMnSt
<i>Malus</i> Яблуня	MsTr	Ms	RuCu
<i>Prunus cerasus</i> L. 1753 Вишня *	MsTr	XMs	RuCu
<i>Prunus armeniaca</i> L. 1753 Абрикос *	OgMsTr	MsX	SilRuCu
<i>Pyrus communis</i> L. Груша дика	MsMgTr	MsX-Ms	StPrMnSil
<i>Potentilla argentea</i> L., 1753 Перстач сріблястий	MsTr	MsX	SilPrStRu
<i>Argentina anserina</i> L., 1753 Перстач гусячий	AlkMgTr	MsHg	Pr
<i>Agrimonia eupatoria</i> L., 1753 Парило звичайне	MgMsTr	XMs	SMnSt
<i>Tanacetum vulgare</i> L., 1753 Пижмо звичайне	MgMsTr	XMs	MnSt
Родина Подорожникові (Plantaginaceae)			
<i>Veronica longifolia</i> L. Вероніка довголиста	MgTr	HgMs	SilPr
<i>Plantago lanceolata</i> L., 1753 Подорожник ланцетolistий	MsTr	XMs	PrStMnRu
<i>Plantago major</i> L. Подорожник великий	MgTr	Ms	SMnRuPr
Родина Кропивні (Urticaceae)			
<i>Urtica dioica</i> L., 1753 Кропива дводомна	MsMgTr	XMs-MsHg	SilRu

Родина Плюмбагові (Plumbaginaceae) або Кермекові (Limoniaceae)			
<i>Limonium</i> sp. Кермек	MsTr	X	PtSt
Родина Ранникові (Scrophulariaceae)			
<i>Verbascum thapsus</i> L., 1753 Дивина ведмеже вушко	OgMsTr	MsX	StRu
Родина Жовтецеві (Ranunculaceae)			
<i>Trollius europaeus</i> L., 1753 Купальниця європейська	Tr	Hg	Pr
<i>Ranunculus acris</i> L., 1753 Жовтець їдкий	MsTr	HgMs	SMnPr
<i>Myosurus minimus</i> L., 1753 Мишачий хвіст	AlkTr	Ms	RuHalPr
Родина Хвилівникові (Aristolochiaceae)			
<i>Aristolochia clematitis</i> L. Хвилівник звичайний (кирказон)	MsTr	HgMs	PrSil

Умовні позначення до таблиць 1-2: Кліматорфи: Ph – фанерофіт; HKr – гемікриптофіт; Kr – криптофіт; G – геофіт; T – терофіт. Біоморфи: Ann (Annuus) – однорічник; Bien (Biennis) – дворічник; Per (Perennis) – багаторічник; SFr (Suffrutex) – напичагарник; Fr (Frutex) – чагарник; Arb (Arbor) – дерево. Геліоморфи: He (Heliophiton) – геліофіт (світлолюб); Sc (Sciophiton) – сціофіт (тіньовитривалі); HeSc та ScHe – види частково вимогливі до світла. Трофоморфи: OgTr (Oligotroph) – оліготроф (рослина бідних на поживні речовини ґрунтів); MsTr (Mesotroph) – мезотроф (середніх за багатством ґрунтів); MTr (Megatroph) – мегатроф (рослина багатих на поживні речовини ґрунтів). Гіроморфи: Hy (Hydatophiton) – гідатофіт (занурений); Pl (Pleistophiton) – плейстофіт (з плаваючим листям); Hel (Helophiton) – гелофіт (повітряно-водяний); Hg (Hygrophiton) – гігрофіт (зволожених місцезростань); Ms (Mesophiton) – мезофіт (середніх за зволоженістю місцезростань); X (Xerophiton) – ксерофіт (сухих місцезростань). Ценоморфи: Aq (Aqant) – аквант (водний); Pal (Paludosus) – палюдант (болотний); Pr (Pratensis) – пратант (лучний); Sil (Silvaticus) – сільвант (лісовий); St (Stepposus) – степант (степовий); Ps (Psammophyton) – псаммофіт (вид піщаних ґрунтів); Pt (Petrophyton) – петрофіт (вид кам'янистих ґрунтів); Ru (Ruderatus) – рудерант (бур'янистий); Hal (Halophyton) – галофіт (вид засоленних ґрунтів); Cu (Cultus) – культурант (вид, який культивується). У символі друга частина основна, перша – уточнююча.

*- Адвентивні види;

них ділянок (*Juncus effuses*, *Stellaria media*, *Ranunculus acris* та ін.). Індикаторні види рослин у значній кількості не виявлені. Адвентивно-інвазійні види виявлені в незначній кількості (приблизно 3% від усієї фракції), серед яких два види вважаються карантинними (*Heracleum sosnowskyi*, *Ambrosia artemisiifolia*). Фітоценотичний профіль річкової ділянки наведено нижче (рис.3).

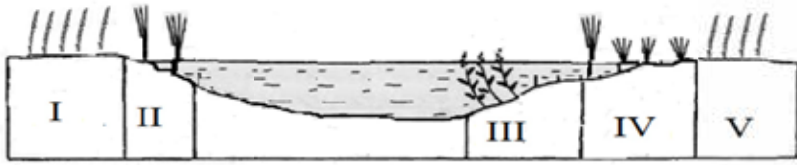
Висновки та пропозиції.

Досліджено флору ландшафтного заказника «Петропавлівський лиман»

та його околиць. Здійснено екоморфологічний аналіз флори. Відповідно, за результатами досліджень можна зробити такі висновки:

1. У складі флори дослідженої території виявлено 94 види вищих судинних рослин, які належать до 33 родин. Найчисельнішими є три родини, зокрема Айстрові (*Astraceae*), Тонконогові (*Poaceae*) та Розові (*Rosaceae*).

2. За біоекологічною характеристикою, серед кліматорф переважають гемікриптофіти, екоморф – види, що частково вимогливі до світла. За біоморфами перевагу становлять полікарпіки (багаторічні



**Рис. 3. Фітоценотичний профіль р. Самара – околиця с. Петрівка/
Phytocenotic profile of the river. Samara - outskirts of the village. Petrivka:**

*I – Poaceae, II – Juncus effuses, III – Potamogeton, IV – Juncus effuses,
V – Poaceae.*

рослини), а в гігіроспектрі – види гігіромезофіти та ксерофіти. Для трофоморфного спектру характерна перевага мезотрофних видів.

3. До адвентивної фракції належать 27 видів (29%) які наведені вище в таблицях, при чому деякі (14%) утворюють стійку фракцію у фітоценозах.

4. Майже в усіх випадках, рослинні асоціації слабо сформовані, що пояснюється інтенсивним антропоїчним впливом (пасквальні зміни, розорювання земель, утворення смітників, що є наслідком рекреації та інших видів діяльності).

5. Значна площа прективного покриття, умовно в деяких випадках, рослинами індикаторами, в місцях антропоїчного впливу (територія біля шахти), свідчить про нерівномірність рН середовища ґрунту (закислення або залуження). На цій території флора характеризується більшим видовим багатством та високою здатністю до змін.

6. Виявлено два види, які вважаються карантинними – *Heracleum sosnowskyi* та *Ambrosia artemisiifolia*.

7. Видів деревних і чагарникових рослин незначна кількість і складає менше ніж 5% від усієї фракції флори, куди відносяться також культурні

види дендрофлори, що перебувають у стані дигресії.

Вважаємо доцільним проведення подальшого моніторингу дослідженої території за станом трансформації рослинності і флори.

References

1. Baranovski, B.O., Karmyzova, L. A., Roshchyna, N.O., Ivanko, I.A. & Karas, O.G. (2020). Ecological-climatic characteristics of the flora of a flood plain landscape in Southeastern Europe. *Biosystems Diversity*. 28(1). P. 98–112. doi:10.15421/012014
2. Baranovskiy B.O., Tarasov V.V., Ivanko I.A., Dubina A.O. (2018). Analiz rarietnoi frakcii flori proektovanogo zakaznika zagalnoderzavnogo znacheniya "Samarskiy Bair" [Analysis of the rare fraction of the flora protected reserve of national importance "Samara's Bir" (Plant world in the Red book of Ukraine: implementation of the global strategy for plant conservation: proceedings of the V international conference) Kherson, Ukraine: 139–142.
3. Baranovsky B.O. Maniuk V.V., Ivanko I.A. & Karmyzova L.O. (2017). Analysis of flora of the National natural park "Orilskiy". D.: LIRA, 320p. Doi:10.154211511701.
4. Beregoviy P.M. (1966). *Geobotanika*. K.: Radianska shkola, 175p.
5. Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziol-*

- ogie. Grundzuge der vegetationskunde, 3, 865 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-709-8110-2>.
6. Goncharenko I.V. (2016). Quantifying the quality phytocenotic classification (theoretical-methodological aspect). Chornomors'k bot. z., 12(1), 41-50. Doi:10.14255/2308-9628/16.121/4.
7. Gorjaev I.V & Safronova I.N. (2022). Holocenometastrobilacea formation in the Caspian lowland: ecological-phytocenotic classification and characteristic plant communities. Arid ecosystems, 12(4), 414-421. Doi:10.1134/S2079096122040060.
8. Gritsan, Y. I., Sytnyk, S. A., Lovynska, V. M., & Tkalič, I. I. (2019) Climatogenic reaction of Robinia pseudoacacia and Pinus sylvestris within Northern Steppe of Ukraine. Biosystems Diversity, 27(1): 16–20. doi:10.15421/011902.
9. Kochet V.M., Khristov O.O. & Zagubizenko N.I. Problems of mine waters discharge in the Samara river and its influence of biota of the ecosystem. Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology, 14 (2), 86-93/ Doi:<http://doi.org/10.15421/010661>.
10. Kotovych O.V., Yakovenko V. M. & Ryzhenko K.I. (2022). Hydrochemical characteristics and anthropogenic components of the ionic effluent of the Samara river. Ecology and noosperology, 33(2), 74-79. Doi:10.15421/032212.
11. Manuk V.V. & Manuk Vol. V. (2011) Zapovidni kutochki na Dnipropetrovshchini: zakazniki [Protected corners of the Dnipropetrovsk region: sanctuaries]. Dnipropetrovsk: LLC Royal Print, 120 p
12. Parpan V.I., Shumska N.V., Rudeichuk-Kobzeva M.I. & Mylenka M.M. (2016). Syntaxonomy of vegetation of Kalush hecsahlorbenzene toxic waste landfill (Ivano-Frankivsk region). Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology, 24(2), 364-370. Doi: 10.15421/011648.
13. Roschina, N.O. (2016). Floracenic diversity prisamaryá's lakes comparison with artificial revisors. Issues of steppe forestry and forest land reclamation, 42, 97-100.
14. Tarasov V.V. (2012). Flora of the Dnepropetrovsk and Zaporozhye regions. Vascular plants with their biology-ecological characteristic. Dnepropetrovsk: Lira
15. Voloshina N.O. (2014) Comparative analysis of flora of the Samara river valley lakes in Prisamarskiy Biospheric station. The journal of V.N. Karazin Kharkiv National University, Series: biology, 20, 235-241.

Bilushenko A. (2023)

ANALYSIS OF PHYTODIVERSITY ACCORDING TO THE STATE OF VEGETATION OF THE PETROPAVLOVSK ESTUARY LANDSCAPE RESERVE AND ITS SURROUNDINGS.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 5-24.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48297>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.001](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.001)

Abstract. The Petropavlovsk estuary landscape reserve and its surroundings are subject to significant anthropogenic influence as a result of human activity. That is why the analysis of phytodiversity is important in order to get an idea of the level of transformation of the territory of the reserve. In the course of the work, an ecomorphological analysis of flora was carried out and anthropogenic influence on phytocenoses was revealed. A list of plants with bio-ecological certification, which were discovered during research, was compiled. Three points were chosen for research. During the work, 16 descriptions were made at these points, with different projective cover by vegetation twice during the growing season. The flora is characterized

by a small variety of species – 94 higher vascular plants belonging to 33 families. Astraceae, Poaceae, and Rosaceae are among the main families with the greatest abundance of species. Hemicryptophytes predominate among climate morphs, and species that are partially light-demanding among ecomorphs. Biomorphs are characterized by the dominance of polycarps (perennial plants). Hygromesophyte and xerophyte species predominate in the hygro spectrum of the flora. . Species with medium moisture conditions make up 16%. The share of xerophytes in conditions of moderate moisture is 7%. Species that show wide tolerance to moisture conditions make up 2%. Among trophomorphs, mesotrophic species completely dominate. The coenomorph structure is mainly represented by typical types of bows. In all descriptions there is a ruderal fraction, as well as species that partially or facultatively belong to this group. Due to the obvious anthropogenic influence (fouling which is a consequence of recreational and economic activities plowing, livestock grazing, there are signs of technogenic load), plant associations are poorly developed. The total fraction of adventitious species is 29%, of which 14% of species form a stable fraction in the investigated phytocenoses. There are two species, that are considered to be quarantined. Tree and shrub vegetation is very poorly developed and makes up less than 5% of the entire flora and is in a state of degression. The research area needs further observations of the state of transformational changes in vegetation that are occurring at this stage.

Key words: vegetation, phytodiversity, adventive species, anthropogenic influence.

УГРУПОВАННЯ СОЮЗУ *POTAMION* MILJAN 1933 НА ТЕРИТОРІЇ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ПИРЯТИНСЬКИЙ»

О.А. КОВАЛЕНКО,

кандидат біологічних наук, науковий співробітник, відділу ботаніки,
<https://orcid.org/0000-0001-6405-2035>,
corydalis.kovalenko@gmail.com

М.С. КАЛІСТА,

кандидат біологічних наук, науковий співробітник, відділу ботаніки,
<https://orcid.org/0000-0002-2335-5184>
Національний науково-природничий музей НАН України, Київ, Україна

Анотація. вищих водних рослин Національного природного парку (НПП) «Пирятинський» володіють високим рівнем ценотичної різноманітності, займають значні площі та забезпечують підтримку сталості екосистеми долини р. Удай. Їхня інвентаризація, класифікація та вивчення структури важливі для розробки ефективних заходів охорони, які є актуальною задачею сучасної ботаніки.

При проведенні досліджень рослинних угруповань союзу *Potamion* (клас *Potametea* Klika in Klika et Novak 1941, порядок *Potametalia* Koch 1926) на території НПП «Пирятинський» у 2012–2022 рр. шляхом виконання геоботанічних описів в їхніх природних межах. Проективне покриття фіксували у відсотках із подальшою трансформацією в бали. Подальшої їхню обробку здійснювали потужностями пакету програм JUICE. Номенклатура синтаксонів узгоджувалася з Міжнародним кодексом фітосоціологічної номенклатури.

У результаті досліджень було встановлено, що союз *Potamion* на території НПП «Пирятинський» представлений 7 асоціаціями: *Potametum natantis* Hild 1959, *Potametum graminei* Lang 1967, *Potametum lucentis* Hueck 1931, *Potametum perfoliati* Miljan 1937, *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967, *Potamo pectinati-Myriophylletum spicati* Rivas Goday 1967 та *Potametum crispum* von Soó 1927.

Фітоценози асоціацій *Potametum crispum*, *Potametum perfoliati* та *Potametum natantis* є фоновими угрупованнями вищої водної рослинності, тоді ж як *Potametum graminei* та *Potametum lucentis* на досліджуваній території трапляються рідко та значних площ не займають. Угруповання *Elodeetum canadensis* є резервуаром для поширення інвазійного адвентивного виду північноамериканського походження *Elodea canadensis* із здатністю до натуранізації в природних екосистемах.

Моніторинг за їхньою структурою, хорологією та динамікою є важливим завданням для підтримки та збереження видового та ценотичного різноманіття НПП «Пирятинський».

Ключові слова: вища водна рослинність, НПП «Пирятинський», класифікація угруповань, фітоценози, *Potamion*, *Potametea*

Вступ.

Угруповання гідатофітів відіграють важливу роль у формуванні рослинного покриву Національного природного парку (НПП) «Пирятинський». Вони володіють високим рівнем ценотичної різноманітності, займають значні площі та забезпечують підтримку сталості екосистеми долини р. Удай.

Фітоценози прикріплених водних рослин, які формуються в еутрофних, мезоеутрофних і мезотрофних замкнутих чи проточних водоймах без яскраво виражених ознак засолення у еколого-флористичній системі класифікації рослинності відповідають класу *Potametea* Klika in Klika et Novak 1941. На території НПП він представлений 2 порядками та 3 союзами. Угруповання союзів *Batrachion aquatilis* Passarge 1964 та *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957 були детально інвентаризовані (Kovalenko O.A. et al., 2022). Інформації щодо фітоценозів союзу *Potamion* Miljan 1933 бракувало (Prokorpuk M.S. et al., 2015).

Цей синтаксон представляє угруповання занурених повністю чи напівзанурених макрофітів, які трапляються в прісноводних або слабосолонуватих стоячих, слабо- й помірно проточних водоймах із слабокислою, нейтральною чи слаболужною реакцією середовища, помірним чи високим рівнем вмісту нітрогенових сполук. Союз *Potamion* має обширний список си-

нонімів (*Potamion eurosibiricum* Koch 1926 p.p. nom. illeg. [Art. 34a], *Magno-Potamion eurosibiricum* Vollmar 1947 nom. illeg. [Art. 34a], *Parvo-Potamion eurosibiricum* Vollmar 1947 nom. illeg. [Art. 34a], *Eu-Potamion* (Koch 1926) Oberdorfer 1957 [Art. 34 b], *Magno-Potamion* (Vollmar 1947) den Hartog et Segal 1964, *Parvo-Potamion* (Vollmar 1947) den Hartog et Segal 1964, *Potamion pusilli* (Vollmar 1947) den Hartog et Segal 1964 [fantom], *Potamion pectinati* (Koch 1926) Görs 1977) що, перш за все, зумовлено спробами делімітації його обсягу. Проте, більшість сучасних авторів не визнають відокремленості угруповань велико- та дрібнолистих рдесників або ж визнають їх у якості підсоюзів. Дослідження синтаксономічного різноманіття, структури та екологічних параметрів фітоценозів союзу є вкрай важливими для їхньої класифікації та збереження.

Саме тому метою нашого дослідження стала інвентаризація угруповань рослинності гідатофітів НПП «Пирятинський» та виявлення особливостей їхньої синтаксономічної та екологічної диференціації. Особливу увагу було приділено недостатньо дослідженим ценозам союзу *Potamion*.

Матеріали та методи дослідження.

Дослідження рослинних угруповань

вань союзу *Potamion* проводили на території та в найближчих околицях НПП «Пирятинський», який розташований в адміністративних межах Лубенського району Полтавської області та займає площу 12028,42 га.

Територія НПП є резерватом рослинного покриву Яготинсько-Оржицького району терасових лучних степів, байрачних дібров і низинних долинних боліт Бахмацько-Кременчуцького округу та Прилуцько-Лохвицького району лучних степів, дубових і грабово-дубових лісів, заплавних лук та низинних боліт Роменсько-Полтавського геоботанічного округу Східноєвропейської провінції Європейсько-Сибірської лісостепової зони (Didukh Ya.P. et al., 2003).

Опис угруповань класу проводили в їхніх природних межах. Проективне покриття фіксували у відсотках із подальшою трансформацією в бали, де + позначає проективне покриття виду до 1 %, 1 – до 5 %, 2 – 5–15 %, 3 – 15–25 %, 4 – 25–50 %, 5 – 50–100 %. Проточність водойм визначали за шкалою Д.В. Дубини (Dubyna D.V., 2006).

Загалом за період 2012–2022 рр. було виконано 71 геоботанічний опис рослинності досліджуваного союзу.

Камеральну обробку проводили за допомогою пакету програм JUICE. Номенклатура синтаксонів узгоджувалася з Міжнародним кодексом фітосоціологічної номенклатури (МКФН), посилання на певні статті якого вказані після кожної невалідної назви (Weber H.E. et al., 2000).

Екологічні параметри угруповань встановлювали за методом синфітоіндикації на основі шкал Я.П. Дідуха (Didukh Ya.P., 2011).

Результати та їх обговорення

У результаті досліджень, було встановлено, що союз *Potamion* на території НПП «Пирятинський» представлений 7 асоціаціями:

Cl. *Potametea* Klika in Klika et Novak 1941

Ord. *Potametalia* Koch 1926

All. *Potamion* Miljan 1933

Ass. *Potametum* *natantis* Hild 1959

Potametum *graminei* Lang 1967

Potametum *lucentis* Hueck 1931

Potametum *perfoliati* Miljan 1933

Elodeetum *canadensis*

Nedelcu 1967

Potamo *pectinati*–*Myriophylletum* *spicati* RivasGoday 1964

Potametum *crispi*

von Soó 1927

На досліджуваній території фоновою асоціацією союзу є *Potametum* *natantis* Hild 1959 (= *Potametum* *natantis* von Soó 1927 nom. nud. [Art. 2b], *Polygono* – *Potametum* *natantis* Soó 1964, *Myriophyllo* *alterniflori* – *Potametum* *natantis* Rivas-Martínez et al. 2001.). Її угруповання традиційно розглядаються в межах союзу *Nymphaeion* *albae*, чому сприяє їхня фізіономічна подібність, а саме: домінування ценозоутворювача у надводному й підводному ярусах. Проте, низка інших представників роду *Potamogeton* формують подібні рослинні угруповання, але їх відносять виключно до *Potamion*, оскільки вони, як і *Potametum* *natantis*, чітко тяжіють до нього за флористичним критерієм. Дані фітоіндикації й багатofакторного аналізу підтверджують це синтаксономічне рішення (Kovalenko O.A., 2014).

Діагностує асоціацію *Potamogeton* *natans*, а константиними вида-

ми її угруповань є *Lemna minor*, *Potamogeton compressus*, *Potamogeton natans* та *Spirodela polyrrhiza*.

На території НПП «Пирятин-

ський» угруповання не займають значних площ. Їхнє загальне проективне покриття варіює в межах 80–100 %, причому основний вклад

1. Угруповання асоціації *Potametum natantis*

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8
Товща води, см	100	120	110	115	100	110	100	120
Проточність	1	2	2	1	2	1	1	2
Кількість видів	7	7	6	7	5	5	5	7
Площа опису, м²	20	25	15	30	25	30	15	20
Проективне покриття, %	100	90	90	100	85	85	100	80
D.s. ass. <i>Potametum natantis</i>								
<i>Potamogeton natans</i>	5	5	5	5	5	5	5	4
D.s. all. <i>Potamion</i>								
<i>Potamogeton compressus</i>	.	2	+	+	.	1	.	.
<i>Elodea canadensis</i>	+	2	.	.	1	.	.	1
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	.	1	+	.	.	.	+
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	+	.	.	+	.	+
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	.	.	1	.	.	.	+
D.s. cl. <i>Potametea</i>								
<i>Nuphar lutea</i>	.	1	.	.	1	.	+	.
D.s. cl. <i>Lemnetea</i>								
<i>Lemna trisulca</i>	+	2	.	+	.	.	.	.
<i>Utricularia vulgaris</i>	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Stratiotes aloides</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Ceratophyllum submersum</i>	+	.	.	.	.	1	.	.
<i>Lemna minor</i>	+	.	+	1	+	1	+	1
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	+	.	1	1	+	.	.	.
D.s. cl. <i>Phragmiti-Magno-Caricetea</i>								
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	+	.	.	.	.	.	1	.

Описи: 1–2 – м. Пирятин, ботанічна пам'ятка природи «Лісопарк «Острів Масальський», 27.08. 2012 р.; 3 – с. Дейманівка, біля нового сільського пляжу, 21.09. 2012 р.; 4 – с. Харківці, р. Удай, 16.08. 2013 р.; 5 – с. Гурбинці р. Удай, 21.08. 2013 р.; 6 – с. Кейбалівка, р. Удай, 21.08. 2013 р.; 7 – с. Велика Курча, поблизу сільського пляжу, 23.08. 2013 р.; 8 – с. Повстин, р. Удай, 21.08. 2022 р.

Значно менш поширеними на дослідженій території є угруповання асоціації *Potametum graminei* Lang 1967 (= *Potametum graminei* (Koch 1926) Passarge 1964 nom. inval. [Art. 3d], *Potametum panormitano-graminei* sensu auct. non Koch 1926). Описана В. Кохом асоціація *Potametum pusillo-graminei* не тотожна *Potametum graminei*, причому відноситься вона до іншого класу *Littorelletea*, тоді ж як асоціація В.Е. Ланга репрезентує клас *Potametea* і саме до неї слід відносити фітоценози глибоководь мезотрофних та еутрофних водойм, де головний едифікатор представлений переважно гідрофоліофітною формою.

у нього здійснює *Potamogeton natans* (табл. 1). Фітоценози маловидові, на один опис припадає від 5 до 7 видів, а ценофлора представлена 17 вищими водними макрофітами. Ценофлористичне ядро асоціації складають діагностичні види союзу *Potamion*, тимчасом як *Nymphaeion albae* репрезентує лише *Nuphar lutea*. Досить чисельні представники класу *Lemnetea*, серед яких високими показниками константності виділяються *Lemna minor* та *Spirodela polyrrhiza*. Надводний ярус угруповань майже невира-

жений, тому блок *Phragmiti-Magno-Caricetea* розріджений.

Potametum natantis тяжіє до мезоеутрофних та еутрофних водойм із слабкислою й нейтральною реакцією середовища. Угрупування розвиваються на глибині 100–120 см на піщаних, мулистопіщаних або мулистоторф'янистих донних відкладах.

Ареал асоціації – поліконтинентальний із тяжінням до бореальної й температної зон. Фітосоціологічні матеріали відомі з Європи (Krasnova A.N., 1999), Сибіру (Golub V.B.,

2. Угрупування асоціації *Potametum graminei*

Номер опису	1	2	3	4	5
Товща води, см	100	110	120	115	120
Проточність	2	2	2	1	2
Кількість видів	4	4	4	3	4
Площа опису, м²	40	45	30	35	25
Проективне покриття, %	100	100	100	100	100
D.s. ass. <i>Potametum graminei</i>					
<i>Potamogeton gramineus</i>	5	4	5	5	4
D.s. all. <i>Potamion</i>					
<i>Elodea canadensis</i>	1	.	+	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	.	+	+
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	+	.	1	.	.
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	+	.	.	+
D.s. cl. <i>Potametea</i>					
<i>Nuphar lutea</i>	.	1	.	+	.
<i>Nymphaea candida</i>	+	.	.	.	+
D.s. cl. <i>Lemnetea</i>					
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	+	+	.	.

Описи: 1 – с. Дейманівка, урочище «Велике Селище», 21.07. 2011 р.; 2 – с. Дейманівка, урочище «Мале Селище», 21.07. 2011 р.; 3 – с. Мала Круча, р. Удай, 14.08. 2020 р.; 4 – с. Калинів Міст, р. Удай, 21.07. 2021 р.; 5 – с. Каплинці, р. Удай, 21.07. 2021 р.

Значно менш поширеними на дослідженій території є угруповання асоціації *Potametum graminei* Lang 1967 (= *Potametum graminei* (Koch 1926) Passarge 1964 nom. inval. [Art. 3d], *Potametum panormitano-graminei* sensu auct. non Koch 1926). Описана В. Кохом асоціація *Potametum pusillo-graminei* не тотожна *Potametum graminei*, причому відноситься вона до іншого класу *Littorelletea*, тоді ж як асоціація В.Е. Ланга репрезентує клас *Potametea* і саме до неї слід відносити фітоценози глибоководь мезотрофних та еутрофних водойм, де головний едифікатор представлений переважно гідрофоліфтною формою.

2011), Північної Америки, Північної Африки та Японії (Krasnova A.N., 1999). На території України угруповання *Potametum natantis* виявлені на Поліссі та на півночі Лісостепу, тимчасом як далі на південь вони стають все рідкіснішими, але все ж трапляються в Степу. *Potametum natantis* є синтаксоном, угруповання якого демонструють негативну динаміку. У НПП «Пирятинський» фітоценози асоціації тяжіють до другорядних приток р. Удай, спорадично трапляючись по всій території (Dubyna D.V., 2006).

Діагностичним та константним видом угруповань є *Potamogeton gramineus* (табл. 2). Фітоценози асоціації виразно монодомінантні з низькою насиченістю видами. Надводний ярус у досліджених угрупованнях не представлений. Наводний ярус слабовиражений, *Potamogeton gramineus* майже не бере участі в його побудові. У підводному ярусі на фоні яскравого домінування едифікатора угруповань (35–100 %) скромнішу фітоценотичну роль відіграють 4 діагностичні види *Potamion*. Трапляються також 2 представники союзу *Nymphaeion*, а клас *Lemnetea* репрезентує лише *Spirodela polyrrhiza*. Ценофлора асоціації налічує лише 8 видів, з яких на один опис припадає від 3 до 4.

Угруповання формуються на глибоководді помірно проточних мезоеутрофних та еутрофних водойм із слабкокислою чи нейтральною реакцією середовища на піщаних чи мулистопіщаних донних відкладах.

Potametum graminei – асоціація з голарктичним ареалом. В Україні трапляється на Поліссі та в північній частині Лісостепу з незначними іррадіаціями на південь. На території НПП «Пирятинський» є досить

рідкісною, за межами наведених місцевизнаходжень ми її не знаходили.

Спорадично трапляються ценози асоціації *Potametum lucentis* Hueck (= *Potametum lucentis* Graebner et Hueck 1931 [Art. 33], *Potametum natantilucentis* Kästner et Flössner 1938, *Myriophyllo-Potametum lucentis* Soó 1938, *Potametum perfoliato-lucentis* Blaženčić et Blaženčić 1989 p.p., *Nupharo-Potamogetonum lucentis* Passarge (1964) 1994. Угруповання асоціації дуже різноманітні за флористичним складом – Д. В. Дубина у складі асоціації виокремив 5 підасоціацій: *P.l. typicum* Dubyna 2006, *P.l. potametosum perfoliati* Dubyna 2006, *P.l. utricularietosum vulgaris* Dubyna 2006, *P.l. ceratophylletosum demersi* Dubyna 2006 та *P.l. elodeetosum canadensis* Dubyna 2006 (Dubyna D.V., 2006).

Діагностичним видом угруповань виступає *Potamogeton lucens*, а константними елементами є *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus* та *Lemna minor*.

Загальне проективне покриття угруповань становить 100 %. Ценофлора асоціації налічує 18 видів, на один опис їх припадає від 6 до 9. Надводний ярус розріджений, його формують 5 представників класу *Phragmiti-Magno-Caricetea*, з яких найчастіше трапляються *Schoenoplectus lacustris*, *Sagittaria sagittifolia* й *Typha angustifolia*. У надводному ярусі беруть участь 3 представники союзу *Nymphaeion albae* та 4 представники *Lemnetea*, серед яких високою постійністю відзначається *Lemna minor*. У підводному ярусі домінує *Potamogeton lucens* (35–100 %). Часто трапляється *Potamogeton perfoliatus*, проте він не відіграє значної фітоценотичної ролі, саме тому

ми не розглядаємо наші угруповання як *P.l. potametosum perfoliati*.

На території НПП «Пирятинський» асоціація формується в еутрофних слабопроточних водоймах із слабкислою або нейтральною реакцією середовища – заплавних озе-

рах, старицях, затоках і рукавах р. Удай. Донні відклади здебільшого мулисті чи мулисто-піщані. В обстежених оселищах товща води змінювалась від рівня 50 до 70 см.

Ареал асоціації можна розцінювати як євразійський, але відомі та-

3. Угрупування асоціації *Potametum lucentis*

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8
Товща води, см	55	60	70	45	50	65	65	70
Проточність	1	1	1	0	1	1	1	1
Кількість видів	6	8	6	7	9	8	6	6
Площа опису, м²	50	35	45	40	60	45	60	50
Проективне покриття, %	100	100	100	100	100	100	100	100
D.s. ass. <i>Potametum lucentis</i>								
<i>Potamogeton lucens</i>	5	5	5	5	5	4	3	5
D.s. all. <i>Potamion</i>								
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	+	.	+	1	1	+	.
<i>Elodea canadensis</i>	+	.	.	+	+	.	.	+
<i>Potamogeton pectinatus</i>	.	1	.	.	.	1	.	.
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	.	.	.	+	.	1	.	.
D.s. cl. <i>Potametea</i>								
<i>Nuphar lutea</i>	.	+	.	.	.	1	.	+
<i>Nymphaea candida</i>	.	.	1	.	+	.	.	.
<i>Hottonia palustris</i>	.	.	.	.	.	.	1	.
D.s. cl. <i>Lemnetea</i>								
<i>Lemna minor</i>	+	.	+	+	.	+	1	1
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	1	1	.	2	.	+	.
<i>Lemna trisulca</i>	+	.	.	+	.	.	+	.
<i>Ceratophyllum submersum</i>	.	1	1	.	1	.	.	.
D.s. cl. <i>Phragmito-Magno-Caricetea</i>								
<i>Butomus umbellatus</i>	.	1	.	.	+	.	.	.
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	+	.	.	.	.	1	.	+
<i>Typha angustifolia</i>	.	1	+	.	+	.	.	.
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	1	1	+	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	+	.	.	.	.	.	.	+

Описи: 1 – с. Дейманівка, урочище «Велике Селище», 21.07. 2012 р.; 2 – с. Харківці, р. Удай, 16.08. 2013 р.; 3 – с. Мала Круча, р. Удай, 14.08. 2012 р.; 4 – с. Кроти, узбережжя р. Удай, 23.07. 2013 р.; 5 – с. Березова Рудка, водосховище, 17.08. 2013 р.; 5 – с. Сасинівка, затока р. Удай, 25.07. 2013 р.; 6 – с. Давидівка, р. Руда Оржиця, 21.07. 2013 р.; 7 – м. Пирятин, околиці міста, р. Удай, 22.08. 2013 р.; 8 – с. Каплинци, узбережжя р. Удай, 28.08. 2013 р.

кож вказівки *Potametum lucentis* для Північної Африки (Chytry M. et al., 2003). На теренах України її угруповання відзначаються як звичайні для Полісся та Лісостепу, рідше трапляються в Степу, а також низинах та передгір'ях Карпат (Dubyna D.V., 2006). На території НПП «Пирятинський» відповідні фітоценози трапляються спорадично.

Досить часто на теренах парку відзначаються рослинні угруповання асоціації *Potametum perfoliati* Miljan 1933 (= *Potametum perfoliati* Koch [fantom], *Potametum perfoliato-crispi* Bellot 1951 p. p., *Potametum pectinato-perfoliati* den Hartog et Segal 1964 p. p., *Potametum perfoliati* Passarge 1964, *Potametum perfoliato-lucentis* Blaženčić et Blaženčić 1989 p. p.) (табл. 4).

Асоціація є центральною для союзу *Potamion*. Широка ценотична амплітуда едификатора угруповань визначає значну внутрішньоасоціаційну ценотичну мінливість. Д.В. Дубина (Dubyna D.V., 2006) розділив українські угруповання *Potametum perfoliati* на 6 підасоціацій: *P.p. typicum* Dubyna 2006, *P.p. elodetosum Canadensis* Dubyna 2006, *P.p. ceratophylletosum demersi* Dubyna 2006, *P.p. ceratophylletosum platyacanthi* Dubyna 2006, *P.p. potametosum natantis* Dubyna 2006 та *P.p. potametosum pectinati* Zapletalek 1939. Іноді в складі угруповань (Cherpinoga V.V. et al., 2013) розрізняють типовий варіант асоціації та *Potametum perfoliati* var. *Butomus umbellatus* var. *vallisnerifolius* та *Sparganium emersum* var. *emersum*, який діагностує умови водойм із швидкою течією. Проте, цей поділ є досить умовним, оскільки не у всіх реофільних оселищах асоціації трапляються відповідні форми діагностичних видів варіанту.

Діагностичним видом ценозів є *Potamogeton perfoliatus*, а високими показниками константності вирізняються *Potamogeton perfoliatus*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum submersum* та *Butomus umbellatus* var. *vallisnerifolia*.

Загальне проективне покриття угруповань змінюється в широких межах (від 40 до 90 %). Проективне покриття *Potamogeton perfoliatus* сягає значень від 25 до 90 %. Ценофлора асоціації налічує 18 видів, 9 із яких діагностують клас *Potametea*, а 6 із них – союз *Potamion*. У надводному ярусі зрідка беруть участь *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida* та *Persicaria amphibian* var. *natans*, тимчасом як плейстофіти класу *Lemnetea* тут майже відсутні через високу швидкість течії. Виключення становить *Ceratophyllum submersum*, який є досить константним ценоелементом підводного ярусу. Діагностичний блок *Phragmiti-Magno-Caricetea* щільний, проте частина його видів представлені спеціалізованими реофільними формами.

Угруповання трапляються в еутрофних проточних водоймах з нейтральною реакцією середовища, піщаними чи піщано-мулистими донними відкладами. Найчастіше фітоценози *Potametum perfoliati* виявляються у місцях впадіння рукавів та приток в основне русло р. Удай.

Асоціація характеризується космополітним ареалом, який з різним рівнем детальності простежений лише на території Євразії (Krasnova A.N., 1999). Угруповання *Potametum perfoliati* є одними з найпоширеніших на території України. Досить репрезентативно представлені вони й у межах національного парку (Dubyna D.V., 2006).

У рослинному покриві досліджуваної території зафіксовані також угруповання асоціації *Elodeetum canadensis* Nedelcu 1967 (= *Helodeetum canadensis* Egger 1933 nom. nud. [Art.

2b], *Elodeetum canadensis* Pignatti 1953 [fantom] = *Aggrpm. ad Anacharis canadensis* e *Potamogeton crispus* Pignatti 1953 nom. illeg. [Art 3c], *Elodeetum canadensis* Soó 1964 nom.

4. Угруповання асоціації *Potametum perfoliati*

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Товща води, см	50	60	50	50	60	50	60	50	55	60	55	60	55
Проточність	2	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2
Кількість видів	6	5	8	5	5	7	4	7	6	8	5	6	7
Площа опису, м²	45	40	35	20	25	70	60	45	35	40	50	50	35
Проективне покриття, %	80	45	45	50	80	60	40	40	40	90	50	60	50
D.s. ass. <i>Potametum perfoliati</i>													
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	5	3	3	4	5	4	3	3	3	5	4	4	4
D.s. all. <i>Potamion</i>													
<i>Elodea candensis</i>	+	.	+	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	.	+	.	.	.	+	.	1	.	.	.	+	.
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
<i>Myriophyllum spicatum</i>	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Potamogton natans</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
D.s. cl. <i>Potametea</i>													
<i>Nuphar lutea</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	1
<i>Nymphaea candida</i>	1	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Persicaria amphibia</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.
D.s. cl. <i>Lemnetea</i>													
<i>Lemna minor</i>	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	1	.	.	.	+	.	.	+	+	1	.	.	.
<i>Ceratophyllum submersum</i>	.	1	1	.	.	+	+	.	1	1	1	+	+
D.s. cl. <i>Phragmito-Magno-Caricetea</i>													
<i>Butomus umbellatus</i>	1	+	.	+	.	+	.	+	+	.	.	+	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.
<i>Sparganium emersum</i>	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	+
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Glyceria maxima</i>	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.

Описи: 1–2 – с. Каплинці, неподалік сільського пляжу, 27.08. 2012 р.; 3 – с. Дейманівка, урочище «Велике Селище», р. Удай, 24.07. 2010 р.; 4 – м. Пірятин, біля о. Масальського, 28.07. 2010 р.; 5 – с. Повстин, р. Удай, 16.07. 2013 р.; 6 – с. Сасинівка, р. Удай, 17.07. 2010 р.; 7 – с. Дейманівка, ландшафтний заказник «Дейманівський», р. Удай, 17.08. 2010 р.; 8 – поміж м. Пірятин та с. Велика Круча, р. Удай, 18.07. 2010 р.; 9 – с. Кейбалівка, р. Удай, 21.07. 2010 р.; 10–11 – с. Давидівка, р. Руда Оржиця, 19.07. 2010 р.; 12 – с. Гурбинці, р. Удай, 24.07. 2010 р.; 13 – с. Велика Круча, р. Удай, 16.06. 2021 р.

5. Угрупування асоціації *Elodeetum canadensis*

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Товща води, см	60	70	55	65	60	50	45	60	45	50	55	40	80	85	100	90	60	75	80	60	65	80
Проточність	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
Кількість видів	5	8	5	5	7	10	8	6	7	5	9	6	6	7	6	6	7	6	6	5	7	6
Площа опису, м²	35	80	45	50	50	35	45	50	45	80	45	60	50	35	40	50	45	50	35	45	60	50
Проективне покриття, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D.s. ass. <i>Elodeetum canadensis</i>																						
<i>Elodea canadensis</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
D.s. all. <i>Potamion</i>																						
<i>Potamogeton compressus</i>	.	.	1	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Potamogeton crispus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Potamogeton natans</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D.s. cl. <i>Potametea</i>																						
<i>Nuphar lutea</i>	+	1	.	1	1	+	.	.	+	.	1	1	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.
<i>Nymphaea candida</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Persicaria amphibia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.
D.s. cl. <i>Lemnetea</i>																						
<i>Lemna minor</i>	+	+	.	.	1	1	+	+	.	+	1	1	.	.	.	+	+	1	1	1	1	+
<i>Lemna trisulca</i>	.	1	.	+	+	.	.	.	1	.	.	+	.	1	+	.	.	+	.	1	.	1
<i>Salvinia natans</i>	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Spirodela polyrrhizae</i>	.	1	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.
<i>Ceratophyllum submersum</i>	.	1	1	.	1	+	+	+	.	.	+	.	1	1	1	+	+	.	.	.	.	.
D.s. cl. <i>Phragmito-Magno-Caricetea</i>																						
<i>Sium latifolium</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Butomus umbellatus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Eleocharis palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.

Описи: 1 – с. Березова Рудка, водосховище, 01.08.2011 р.; 2 – м. Піратин, ботанічна пам'ятка природи «Лісопарк «Острів Масальський», 26.08.2010 р.; 3-6 – між м. Піратин, та с. Мала Круча, р. Удай, 24.07.2010 р.; 7 – с. Замостище, р. Перевод, біля старого мосту, 29.07. 2011 р.; 8 – с. Курінка, р. Удай, 12.06.2012 р.; 9 – с. Дейманівка, урочище «Велике Селище», р. Удай, 24.07.2010 р.; 10 – м. Піратин, озеро Зарой, 15.07.2013 р.; 11 – с. Дейманівка, урочище «Велике Селище», р. Удай, 12.08.2013 р.; 12 – м. Піратин, ботанічна пам'ятка природи «Лісопарк «Острів Масальський», 30.08.2010 р.; 13 – с. Гурбинці, р. Удай, 24.07.2010 р.; 14 – с. Калинів Міст, р. Удай, 21.07.2011 р.; 15 – с. Мала Круча, р. Удай, 14.08. 2009 р.; 16 – с. Каплинци, р. Удай, 21.07.2011 р.; 17 – с. Кейбалівка, р. Удай, 21.07.2010 р.; 18-20 – с. Дейманівка, урочище "Верба", 14.07.2008 р.; 21 – с. Велика Круча, р. Удай, 16.06.2014 р.; 22 – с. Березова Рудка, ставок, 21.06.2014 р.

nud. [Art. 2b]) (табл. 5). Ці давно відомі в центральноевропейській фітосоціологічній літературі угруповання з домінуванням *Elodea canadensis* досить часто наводяться під невалідними назвами. На території України іноді описують різні підасоціації у складі його синтаксони, які часто репрезентують трансформовані експансією *Elodea canadensis* корінні фітоценози.

Діагностичним видом угруповань виступає *Elodea canadensis*, а константними елементами є *Elodea canadensis*, *Lemna minor*, *Ceratophyllum submersum* та *Nuphar lutea*.

Угруповання розвиваються в досить гетерогенних умовах. Оселища, типові для асоціації: стоячі, слабо- та помірно проточні водойми з нейтральною, слабокислою чи слаболужною реакцією середовища. Донні відклади піщані, мулисто-піщані або мулисто-глинисті. Фітоценози займають різні глибини, але найчастіше трапляються в зоні 60–100 см.

Первинний ареал асоціації – північноамериканський. Зараз же її угруповання зафіксовані у більшості європейських країн та Японії (Didukh Ya.P., 2009). Знайдена вона також у всіх ботаніко-географічних зонах рівнинної України та передгір'ях Карпат і Криму (Dubyna D.V., 2006). На території НПП «Пирятинський» фітоценози *Elodeetum canadensis* представлені досить репрезентативно та становлять загрозу для видового та ценотичного різноманіття рослинного покриву національного парку.

Досить рідкісним компонентом рослинного покриву НПП є ценози асоціації *Potamo pectinati–Myriophylletum spicati* RivasGoday 1964 (= *Myriophylletum spicati* von Soó 1927 nom. nud. [Art. 2b], *Potamo pusilli–Myriophylletum spicati*

Ranelović et Zlatković in Ranelović et Blaženčić 1996). Варто зазначити, що до обсягу цього синтаксону ми відносимо також ряд угруповань, відомих у літературі як *Myriophyllo-Potametum* Soó 1934 (Dubyna D.V., 2006; Solomakha V.A., 2008) (табл. 6). Діагностичним та константним видом ценозів є *Myriophyllum spicatum*.

На території НПП «Пирятинський» угруповання розвиваються на незначних площах, їхнє проективне покриття становить 50–80 %. Основний вклад у нього здійснює *Myriophyllum spicatum*. Ценози маловидові, флоронаселення асоціації налічує лише 10 видів, із яких 4 є діагностичними для класу *Potametea*. У надводному ярусі відзначені 3 представники класу *Lemenetea*. Діагностичний блок *Phragmiti-Magno-Caricetea* також слабо репрезентований.

Угруповання виявлені в ставках, на новоутворених алювіальних ділянках із потужними мулистими відкладами й слаболужною реакцією середовища. Асоціація володіє голарктичним ареалом. На рівнинній частині України вона поширена в Степу й Лісостепу, а також спорадично трапляється на Поліссі. Її фітоценози заходять також у передгірські пояси Криму й Карпат. На території НПП «Пирятинський» рдесниково-багатолисникові угруповання досить рідкісні.

До фонових угруповань гідатофітів НПП «Пирятинський» відносяться ценози *Potametum crispum* von Soó 1927 (= *Potametum crispum* Kaiser 1926 nom. illeg. [Art. 3d], *Myriophyllo-Potametum* Soó 1934 *potametum crispum* Slavnić 1956, *Ceratophyllo-Potametum* *crispum* Horvatić et Micevski 1960 p.p., *Potametum crispum* Zutshi 1975, *Elodeo-Potamogetonetum crispum* (Pignatti 1953)

6. Угрупування асоціації *Potamo pectinati*–*Myriophylletum spicati*

Номер опису	1	2	3	4	5
Товща води, см	45	50	55	35	40
Проточність	0	0	0	0	0
Кількість видів	4	4	3	4	3
Площа опису, м²	30	45	50	30	45
Проективне покриття, %	80	70	50	70	80
D.s. ass. <i>Potamo pectinati</i>–<i>Myriophylletum spicati</i>					
<i>Myriophyllum spicatum</i>	5	5	4	5	5
D.s. all <i>Potamion</i> et cl. <i>Potametea</i>					
<i>Elodea canadensis</i>	+	.	.	+	.
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	+	+	.	.	.
<i>Potamogeton compressus</i>	.	.	1	.	.
D.s. cl. <i>Lemnetea</i>					
<i>Lemna minor</i>	.	+	.	.	1
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	.	+	1	.
<i>Salvinia natans</i>	1	.	.	.	.
D.s. cl. <i>Phragmito-Magno-Caricetea</i>					
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	+	.	.	.
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	+	.
<i>Glyceria maxima</i>	.	.	.	.	+

Описи: 1 – с. Дейманівка, урочище «Старий Гайок», 21.07. 2010 р.; 2 – с. Мала Круча, Ставок, 12.07. 2011 р.; 3 – с. Березова Рудка, ставок поблизу технікуму, 22.08. 2011 р.; 4 – с. Дейманівка, ставок Солдатський, 26.08. 2011 р.; 5 – с. Повстин, болото, 12.07. 2013 р.

Passarge 1994) (табл. 7). Вчені наводять для України і *Potametum crispum*, і *Ceratophyllum-Potametum crispum*, причому остання у прийнятому вітчизняними фітосоціологами обсязі цілком синонімічна *Potametum crispum*. Аналіз оригінального діагнозу *Ceratophyllum-Potametum crispum* засвідчує її гетерогенність, оскільки автори включили до його складу як кучерявордесникові угруповання, так і типові ценози класу *Lemnetea*. (Dubyna D.V., 2006; Solomakha V.A., 2008).

Діагностують асоціацію *Ceratophyllum demersum* та *Potamogeton crispus*, а константними видами є *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *Nuphar lutea* та *Potamogeton crispus*.

Загальне проективне покриття угруповань змінюється в межах 40–100 %, *Potamogeton crispus* складає 30–80 %, а *Ceratophyllum demersum* – до 10 %. Ценофлора асоціації налічує 17 видів, а в описах їх відзначається від 4 до 8. Діагностичний блок *Potametea* утворений 9 видами, із яких 7 репрезентують союз *Potamion*. Досить постійним ценоелементом асоціації є *Nuphar lutea*. Цей вид формує розріджений надводний ярус разом із 4 плейстофітами класу *Lemnetea*. У надводному ярусі зазначені 4 ріпаріоакванти, які входять до переліку діагностичних таксонів класу *Phragmito-Magno-Caricetea*.

Угрупування трапляються на

7. Угрупування асоціації *Potametum crispі*

Номер опису	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Товща води, см	50	50	60	50	50	60	50	40	50	60
Проточність	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1
Кількість видів	4	5	5	6	8	7	8	8	8	8
Площа опису, м²	30	30	40	50	30	40	30	45	30	25
Проективне покриття, %	100	80	75	100	65	40	50	70	70	70
D.s. ass. <i>Potametum crispі</i>										
<i>Potamogeton crispus</i>	5	4	4	5	4	3	4	5	5	5
<i>Ceratophyllum demersum</i>	1	2	1	1	+	.	1	+	1	1
D.s. cl. <i>Potamion</i>										
<i>Elodea canadensis</i>	.	.	.	1	.	+	.	.	.	+
<i>Potamogeton compressus</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.
<i>Potamogeton lucens</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.
<i>Potamogeton pusillus</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.
D.s. cl. <i>Potametea</i>										
<i>Nuphar lutea</i>	1	1	2	+	.	+	+	+	1	+
<i>Batrachium aquatile</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
D.s. cl. <i>Lemnetea</i>										
<i>Lemna minor</i>	.	1	+	+	.	+	1	1	1	.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	+	+	.	2	.	.	.	.	.
<i>Salvinia natans</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	1
<i>Lemna trisulca</i>	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.
D.s. cl. <i>Phragmito-Magno-Caricetea</i>										
<i>Typha angustifolia</i>	+	.	.	+	.	+	+	.	.	+
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.

Описи: 1–3 – с. Дейманівка, урочище «Мале Селище», 18.08. 2011 р.; 4 – м. Пирятин, озеро Зарой, 22.08. 2011 р.; 5 – с. Велика Круча, р. Удай, 16.06. 2014 р.; 7 – с. Замостище, р. Перевод, біля старого мосту, 29.07. 2011 р.; 6 – с. Гурбинці, р. Удай, 24.07. 2010 р.; 7 – с. Калинів Міст, р. Удай, 21.07. 2011 р.; 8 – с. Мала Круча, р. Удай, 14.08. 2020 р.; 9 – с. Курінька, р. Удай, 12.06. 2012 р.; 10 – с. Березова Рудка, ставок, 21.06. 2014 р.

мілководдях (40–60 см) непроточних і слабопроточних водойм із нейтральною або слаболужною реакцією середовища, розвиваючись на піщаних і піщано-мулистих донних відкладах. Особливо характерні цено-

зи *Potametum crispі* для заток р. Удай та заплавлених озер.

Ареал асоціації космополітний, але фітосоціологічні матеріали є лише з Європи, Індії, Єгипту, Японії, Південної Африки (Krasnova, 1999) та

Сибіру (Chepinoga V.V. et al., 2013). В Україні вона спорадично трапляється по всій території. У межах НПП «Пирятинський» її угруповання можна віднести до групи тривіальних.

Висновки і перспективи.

Союз *Potamion* на території НПП «Пирятинський» представлений 7 асоціаціями. Фітоценози асоціацій *Potametum crispum*, *Potametum perfoliatum* та *Potametum natantis* є фоновими угрупованнями вищої водної рослинності, тоді ж як *Potametum gramineum* та *Potametum lucentis* на досліджуваній території трапляються рідко та значних площ не займають. Угруповання *Elodeetum canadensis* є резервуаром для поширення інвазійного адвентивного виду із здатністю до натуралізації в природних екосистемах.

Моніторинг за їхньою структурою, хорологією та динамікою є важливим завданням для підтримки та збереження видового та ценотичного різноманіття НПП «Пирятинський».

References

1. Kovalenko, O.A., & Kalista, M.S. (2022). Vegetation of alliance Nymphaeion albae oberdorfer 1957 in national nature park "Pyryatynskiy". Scientific Issue Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. Series: Biology 82(1–2), 6–15. doi: <https://doi.org/10.25128/2078-2357.22.1-2.1>
2. Prokopuk, M.S., & Pogoryelova Yu.V. (2015). Higher aquatic flora and vegetation of National nature park "Pyryatynskiy" (Poltava region, Ukraine). Chornomorsk Botanical journal 11(2), 261–270. doi: <https://doi:10.14255/2308-9628/15.112/12>
3. Didukh, Ya.P., & Shelyag-Sosonko, Yu.R. (2003). Geobotanical mapping of Ukraine and borderlands. Ukrainian Botanical Journal 60(1), 6–17.
4. Dubyna, D.V. (2006). Higher aquatic vegetation. Lemnetaea, Potametea, Ruppietea, Zosteretea, Isoeto-Littorelletea (Eleocharicion acicularis, Isoetion lacustris, Potamion graminei, Sphagno-Utricularion), Phragmito-Magnocaricetea (Glycerio-Sparganion, Oenanthion aquaticae, Phragmiton communis, Scirpion maritimi). Kyiv, Phytosociocentre. <https://www.twirpx.com/file/3851773>
5. Weber, H.E., Moravec, J., & Theurillat, J.-P. (2000). International code of phytocociological nomenclature, 3 ed. Journal of Vegetation Science 11, 739–760. doi: <https://doi.org/10.2307/3236580>
6. Didukh, Ya.P. (2011). The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv, Phytosociocentre. https://www.botany.kiev.ua/doc/diduh_monog.pdf
7. Kovalenko, O.A. (2014). Communities Littorelletea uniflorae Br.-Bl. et Tüxen in Westhoff et al. 1946 class in National Nature Park "Pyryatynskiy". Visnyk of the Lviv University. Series Biology 65, 121–134.
8. Krasnova, A.N. (1999). Structure of hydrophilons flora in waterbodies of the North Dvina water system transformed under technogenic activity. Rybinsk, Rybinsk Printing House. <https://ibi.ru/index.php?p=downloads&id=46614>
9. Golub, V.B. (2011). Plant communities of the class Amygdaletea Golub classis nova. Vestnik of Volga Region University named after V.N. Tatishchev 12, 107–111.
10. Chytry, M., & Otypkova, Z. (2003). Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. Journal of Vegetation Science 14, 563–570. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02183.x>
11. Chepinoga, V.V., Bergmeier, E., Rosbakh, S.A., & Fleckenstein, K.M. (2013). Classification of aquatic vegetation (Potametea)

- in Baikal Siberia, Russia, and its diversity in a northern Eurasian context. *Phytocoenologia* 43 (1–2), 127–167. doi: <https://doi.org/10.1127/0340-269X/2013/0043-0541>
12. Didukh, Ya.P. (Ed.). (2009). *Zelena knyga Ukrainy*. Kyiv, Alterpress. https://www.npptovtry.org.ua/wp-content/uploads/2017/12/green_book_2009.pdf
13. Solomakha, V.A. (2008). *Syntaxonomy vegetation of Ukraine*. Kyiv, Phytosociocentre. https://www.researchgate.net/profile/Va-Solomakha/publication/325676610_Syntaxonomy_vegetation_of_Ukraine/links/5b1d52aca6fdcca67b69072c/Syntaxonomy-vegetation-of-Ukraine.pdf

Kovalenko O., Kalista M. (2023)

COMMUNITIES OF POTAMION MILJAN 1933 UNION ON THE TERRITORY OF NATIONAL NATURE PARK “PYRIATYNSKYI”.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 25-39.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48303>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.002](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.002)

Abstract. *The communities of higher aquatic plants of National Nature Park (NPP) “Pyriatynskyi” have a high level of cenotic diversity, occupy large areas and ensure the sustainability of the ecosystem of the Uday River valley. Their inventory, classification and study of the structure are important for the development of effective protection measures and that is an urgent task of modern botany.*

We have investigated the plant communities of Potamion union (class Potametea Klika in Klika et Novak 1941, order Potametalia Koch 1926) on the territory of NPP “Pyriatynskyi” in 2012–2022 by carrying out the geobotanical descriptions within their natural boundaries. Projective coverage was recorded as a percentage with subsequent transformation into points. Their further processing was carried out by the capabilities of the JUICE software package. The nomenclature of syntaxons was consistent with the International Code of Phytosociological Nomenclature.

The results of research showed that Potamion union on the territory of NPP “Pyriatynskyi” is represented by 7 associations: Potametum natantis Hild 1959, Potametum graminei Lang 1967, Potametum lucentis Hueck 1931, Potametum perfoliati Miljan 1937, Elodeetum canadensis Nedelcu 1967, Potamo pectinati–Myriophylletum spicati Rivas Goday 1967 and Potametum crispum von Soó 1927.

Phytocoenoses of Potametum crispum, Potametum perfoliati, and Potametum natantis associations are the background communities of higher aquatic vegetation, while Potametum graminei and Potametum lucentis are rare in the studied area and do not occupy significant areas. Elodeetum canadensis community is a reservoir for the spread of an invasive adventive species of North American origin Elodea canadensis with the ability to naturalize in natural ecosystems.

Monitoring of their structure, chorology and dynamics is an important task for maintaining and preserving the species and coenotic diversity of NPP “Pyriatynskyi”.

Keywords: *higher aquatic vegetation, NPP “Pyriatynskyi”, classification of groups, phytocoenoses, Potamion, Potametea*

БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН РІЗНИХ АГРОКЛІМАТИЧНИХ ЗОН УКРАЇНИ

А.В. КОЛЕСНИК,

к.б.н., доцент кафедри генетики, фізіології рослин і мікробіології,
біологічного факультету, ORCID - 0000-0001-8781-3335
angela.kolesnyk@uzhnu.edu.ua

«Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

А.О. СІКУРА,

старший викладач кафедри генетики, фізіології рослин і мікробіології
біологічного факультету,
ORCID – 0000-0002-6539-5993,
antonina.sikura@uzhnu.edu.ua

«Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

А.Й. СІКУРА,

к.б.н., науковий співробітник, професор кафедри біології та хімії,
ORCID – 0000-0002-6474-4821,
annarouse@ukr.net

Закарпатський угорський інститут імені Ференца Ракоці II, м. Берегово,
Україна

Анотація. Розкриття біохімічних особливостей та фармацевтичного потенціалу лікарських рослин різних агрокліматичних зонах України розкриває нові перспективи для подальшого вдосконалення медичної практики та розробки ефективних фармацевтичних засобів. Останнє зумовлене тим, що рослинні препарати вирізняються своєю легкістю доступу, низькою вартістю, що робить їх надзвичайно значущими для використання в різних методах лікування. До того ж, значна кількість рослин є багатим джерелом біоактивних хімічних речовин, які не мають небажаних побічних ефектів і мають потужну фармакологічну дію. Рослини також завжди були вірцевим джерелом ліків, причому багато з доступних на даний момент препаратів отримують прямо чи опосередковано з них. Використання конкретних видів рослин розвивалося регіонально, на основі місцевої флори.

Метою дослідження було визначення біохімічних особливостей та фармацевтичний потенціал лікарських рослин різних агрокліматичних зон України. В ході роботи було визначено, що на українських землях росте велика кількість сортів лікарських рослин. Високий фармацевтичний потенціал лікарських рослин значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов кожної території,

навіть у межах однієї кліматичної зони, має свої особливості, властиві лише їй умови. Комбінація і співвідношення численних метеорологічних елементів, як от тепло, вологість, освітленість тощо, впливають на біохімічні особливості та фармацевтичний потенціал однієї і тієї рослини. Лікарські рослини широко використовуються для лікування різних захворювань, зокрема шлунково-кишкових. Симптоматичне лікування спазмів гладеньких м'язів шлунково-кишкового тракту проводиться за допомогою препаратів спазмолітичної дії, а також трав та лікарських рослин.

Загальний висновок полягає в тому, що різноманітність лікарських рослин в Україні залежить від кліматичних умов їх вирощування, а їх біохімічні особливості мають великий фармацевтичний потенціал для лікування різних захворювань. Тому, саме агрокліматична зона росту лікарської рослини має фундаментальне значення для подальшого використання в медицині.

Ключові слова: лікарські рослини, біохімічні особливості, фармацевтичний потенціал, кліматичні зони України, біологічно активні речовини

Вступ.

Лікарські рослини виробляють велику кількість важливих для фармацевтики хімічних сполук, а лікувальна їх дія використовуються в науковій та народній медицині й пов'язана з біологічно активними речовинами (БАР), що мають цілющу дію, різноманітний склад та належать до різних класів хімічних сполук. До основних діючих речовин належать алкалоїди, глікозиди, кумарини, ефірні масла, смоли, дубильні речовини, вітаміни тощо (Yang L. et. al., 2023).

Спосіб використання лікарських рослин залежить від особливостей БАР, які містять рослини. Від умов місця вирощування, часу доби, погодних умов та низки інших факторів залежить вміст біологічно активних речовин у рослинах та в різних їхніх органах, що є важливим для фармацевтичної галузі. Потрібно враховувати, що більшість БАР дуже легко руйнується, багато діючих речовин рослин дуже непостійні, адже вони швидко випаровуються, розкладаються за підвищеної температури та під дією

сонячного проміння. Навіть в невеликій кількості атмосферні опади такі як роса, вимивають розчинні речовини з надземних органів рослин. В заготовленій лікарській сировині буде мало БАР, що відобразиться на реалізації при неврахування якогось вищепереліченого фактору тому потрібно ретельно дотримуватись правил заготівлі, щоб виключити можливість цих втрат.

В наш час в Україні виділяють такі агрокліматичні зони: лісостеп, степ та полісся. Рослинність природно-географічних регіонів України дуже різноманітна. Постійно ведуться пошуки нових підходів до вивчення і використання лікувальних рослин у повсякденному житті (Ma X. et. al., 2020). При лікуванні різних захворювань сучасна медицина застосовує звичайні ефективні препарати, але вони мають неминучі побічні ефекти. З іншого боку, лікарські рослини можуть виступати альтернативним джерелом, наприклад, протидіабетичні засоби, заспокійливі, та інші (Salehi B. et. al., 2019; Khan A. et. al., 2022).

Мета роботи: визначити біохімічні особливості та фармацевтич-

ний потенціал лікарських рослин різних агрокліматичних зон України.

Матеріали та методи дослідження.

У роботі було використано теоретичні методи дослідження, а саме, проведено аналіз актуальної наукової літератури України та міжнародної спільноти, спрямований на вивчення впливу агрокліматичних умов на фармацевтичний потенціал рослин та їх придатність для лікування.

Також, для збирання даних про фармацевтичний потенціал лікарських рослин були проведені територіальні експедиції до різних агрокліматичних зон України співробітниками наукової лабораторії кафедри генетики, фізіології рослин і мікробіології ДВНЗ «УжНУ». В ході цих експедицій були зібрані зразки рослин та проведені їхні фізичні та хімічні аналізи для визначення біохімічних особливостей. Загалом, методи дослідження теоретичні методи дослідження сприяли отриманню об'єктивних результатів щодо біохімічних особливостей та фармацевтичного потенціалу лікарських рослин різних агрокліматичних зон України.

Результати та їх обговорення

В наш час на території різних зон України росте близько 2219 видів лікарських рослин. Сировинна зона більшості дуже поширених видів охоплює Полісся та Лісостеп з локалізацією основних ресурсів у правобережних районах. Найбільшу видову різноманітність лікарських рослин виявлено в лісостеповій зоні (1337 видів з 2219). Серед них частка видів, які зростають лише в межах цієї

зони, – менше ніж 1 %. Це переважно вузьколокальні чи заносні види, зокрема *Dianthus eugeniae* Kleop., *Draba sibirica*, *Hyssopus cretaceus* Dubjan. Виявлено, що в лівобережних лісостепових районах росте майже на 100 видів менше (1241), ніж у правобережних лісостепових районах. Більша видова різноманітність у правобережних лісостепових районах зумовлена проникненням сюди частини карпатських та поліських видів, особливо в західних лісостепових районах. Частка інтродукованих та культивованих видів у флорі лікарських рослин лісостепової зони становить 13 % загальної кількості видів лікарських рослин. Серед лікарських рослин, які мають сировинну цінність, у правобережних районах Лісостепу налічується 76 видів, тоді як у лівобережних – 55. Здебільшого рівнинні ландшафти Лівобережного Лісостепу сприятливі для їх господарського використання, і частка угідь, де лікарські види можуть формувати сировинні масиви, незначна. У правобережних лісостепових районах ступінь господарського навантаження на природні угруповання трохи менша завдяки значній розчленованості території і складності для господарського використання, особливо в прикарпатській частині (Pavlyshak, Ya.Ya. et. al., 2023).

Серед загальної кількості лікарських рослин сировинно цінними лише в Лісостепу є незначна кількість видів: *Rhamnus cathartica* L., *Thymus marchallianus* Willd., *Artemisia annua* L. Більшість з сировинних видів є ресурсозначущими також в інших зонах. Друге місце за різноманітністю лікарських рослин займає Полісся, у правобережних районах зростає 965 видів. Культивовані та інтродуковані

види лікарських рослин перевищують 10 % (110 видів). У лівобережних поліських районах виявлено 852 види, у т. ч. 106 – культивовані та інтродуковані. Основний ресурсний потенціал лікарських рослин Полісся зосереджений у його правобережних районах, що передусім зумовлено природними умовами і площею угідь, сприятливих для формування ресурсного потенціалу сировинних видів рослин. У правобережних поліських районах зосереджено найбільше видів лікарських та харчових рослин (92), сировину яких заготовляють для медичних або харчових потреб; у лівобережних районах – 73 види. Серед загальної кількості тільки 10 дикорослих видів лікарських рослин зростають в Україні лише на Поліссі, причому більшість – на Правобережжі. Це види, які перебувають на межі ареалу.

Одним з найцінніших екологічно чистих сировинних регіонів України стосовно ресурсів корисних рослин (поряд з Поліссям) є Карпати. Це регіон з найменш трансформованим рослинним покривом. У гірських районах Карпат зростає 741 вид лікарських рослин, з них лише 36 видів – культивовані та інтродуковані. Для потреб медицини в значних обсягах заготовляють сировину 40 дикорослих видів. Більше різноманіття лікарських рослин виявлено на Прикарпатті та в Закарпатті (847 та 812 видів). Для цих регіонів характерна значна різноманітність культивованих та інтродукованих рослин (114 і 115 видів), сировину яких використовують як лікарську (Pavlyshak Ya. Ya. et. al., 2023).

Серед видів, основні сировинні ресурси яких зосереджені в Карпатах, є: *Alchemilla flabellate* Bus., *Aruncus dioicus* Fernald., *Centaurea phrygia* L., *Hypericum maculatum*

Crantz (Pavlyshak Ya. Ya. et. al., 2023).

Карпати – найперспективніший екологічно чистий регіон України щодо забезпечення національних потреб у сировині дикорослих лікарських рослин.

Для Степових районів України характерне значне видове різноманіття лікарських рослин, втім ресурсний потенціал більшості з них обмежений через розвиток господарської діяльності. У право-бережних степових районах виявлено 896 видів лікарських рослин, з яких 182 становлять культивовані та інтродуковані види, а сировинну значущість мають лише 12 видів.

Під лікарськими рослинами станом на 2022 рік було зайнято 1,8 тис. га. В Україні найбільші площі займають лікарські рослини: нагідки лікарські, м'ята перцева; ромашка лікарська; ехінацея пурпурова; розторопша плямиста; котяча м'ята справжня; меліса лікарська; ехінацея пурпурова; шавлія лікарська; череда трироздільна; валеріана лікарська; алтея лікарська; чебрець звичайний; материнка звичайна та інші (Pavlyshak Ya. Ya. et. al., 2023).

Різнороманітний склад БАР з сировини лікувальних рослин визначає фармакологічний ефект лікарських препаратів, а також їхнє вагоме місце в арсеналі терапевтичних засобів (табл. 1). Порівняно із синтетичними лікарськими засобами їх значна перевага є безпечність та здатність впливати на етіологію захворювання, а не лише на його наслідки (Yang L. et. al., 2023).

У лікарських рослинах синтез і накопичення БАР в основному визначається агроєкологічними умовами їх вирощування, агрохімічними особливостями ґрунтів, погодними факторами. Деякі з цих речовин синтезуються

1. Деякі речовини, які отримують із лікарських рослин України

Лікарська рослина	Біологічно активна речовина
<i>Matricaria chamomilla</i>	Хамазулен
<i>Mentha piperita</i>	Ментол
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Кофейна кислота, флавоноїди, тритерпени
<i>Rosa canina</i>	Антиоксиданти, вітаміни
<i>Valeriana officinalis</i>	Актинидин
<i>Panax ginseng</i>	Сахариди, фенольні смоли, гинзенозиди

Джерело: узагальнено авторами за основі аналізу (Pavlyshak Ya. Ya. et. al., 2023).

в рослинах у більшій кількості через зростання вмісту активних форм кисню (АФК), проявляють антиоксидантну дію, при зміні температурного і водного режимів, впливу важких металів, а саме за стресових умов. Підвищення активності антиоксидантних ензимів та неензимного походження (аскорбінова кислота, вітамін Е, каротиноїди, флавоноїди) дає змогу рослинному організмові протистояти впливу несприятливих чинників навколишнього середовища, високий вміст антиоксидантів забезпечує фармакологічну цінність лікарських рослин (Li Y. et. al., 2020).

Наприклад, *Mentha piperita* (м'ята перцева), природний гібрид *Mentha spicata* і *Mentha aquatica*, вона містить близько 1,2-1,5% ефірної олії, а ментол, як його основний активний інгредієнт, чинить різноманітні терапевтичні ефекти, такі як протизапальні, окисні, антибактеріальні, протиракові та знеболюючі ефекти. Встановлено, що м'ята перцева може зменшити кількість корчів, спричинених ін'єкцією оцтової кислоти у мишей. Використовуючи тести на ноцицепцію, індуковану оцтовою кислотою, і тести на набряк лап, індуковані каррагінаном, було доведено антиноцицептивну та протизапальну дію ефірної олії м'яти перцевої на щурах.

До того ж, доведено знеболюючу дію метанольного екстракту *Mentha piperita* як за допомогою тестів із гарячою пластиною, так і з зануренням хвоста на щурах. Дослідження показало, що місцеве застосування крему, який містить *Mentha Piperita*, *Cinnamomum Camphora* та ефірну олію *Pinus roxburghii*, зменшує біль і набряк у пацієнтів з остеоартритом (Kehili S. et. al., 2020).

У традиційній медицині *Rosmarinus officinalis* L. (розмарин) використовують для лікування астми, ниркових кольок і дисменореї. Основні компоненти, виділені з монотерпенів ефірної олії розмарину, мають протизапальну, антиоксидантну та антиноцицептивну дію. Ефірна олія розмарину може полегшити біль під час тесту з гарячою пластиною. Вивчено вплив ефірних олій розмарину та білої тополі на тваринній моделі остеоартриту колінного суглоба. Рентгенологічні та гістологічні дані цього дослідження показали, що ефірна олія чинить захисну дію проти остеоартриту в щурів. Доказано антиаллодічний та антигіпералгетичний ефекти екстракту розмарину у щурів з нейропатичним болем. Це дослідження також продемонструвало, що екстракт розмарину володіє протизапальною та антиапоптотичною дією, яка може лі-

кувати нейропатичні ушкодження. Також, дослідження *in vitro* на клітинах суглобового хряща великої рогатої худоби показало, що екстракт розмарину уповільнює дегенерацію хряща (Mohammadifar M. et. al., 2021).

Такі лікарські рослини як: ехінацея, шипшина, цвіт та ягоди бузини, глід, лист кропиви, корені лопуха корінь алтею користуються найбільшим попитом в Україні. М'ята є найбільш поширеною серед цілющих українських трав, нараховується її 18 видів та 56 сортів, ця культура входить в п'ятірку так званих великотоннажних рослин. Наприклад за розміром площ вирощування лаванди серед регіонів України лідирують Київська, Житомирська та Черкаська області. З цієї запашної лікарської рослини обсяг світового ринку та продукції щороку зростає на 7,2%. Сприятливі для вирощування багатьох інших видів трав з подібними кліматичними умовами є: ромашка, шавлія, чебрець, кропиви, алтею, материнки, меліси, календули, хвощу польового, мальви, деревію, базилику, валеріани, любистку, та інші лікарські рослини, які широко використовуються у фармацевтичній промисловості, харчуванні, косметичі.

Rosa canina, широко відома як шипшина, вважається одним із найпопулярніших і найвідоміших видів троянд. У природі він росте в багатьох регіонах світу, включно з Україною (Samiei L. et. al., 2021). Доведено, що плоди *R. canina* багаті на вітамін С і антиоксиданти, що робить їх цінним джерелом харчування, яке приносить велику користь для здоров'я людини, цей вид також є популярною підщепою для розмноження зрізних сортів троянд.

Поведінкові тести показали, що *R. canina* значно покращує когнітив-

ні здібності, пов'язані з діабетом, у запам'ятовуванні та довготривалій пам'яті. Лікування *R. canina* значно обертало назад викликане HFD/STZ підвищення рівнів інсуліну, амілоїду- β , білка-попередника амілоїду та активності ацетилхолінестерази в префронтальній корі та гіпокампі. Гістологічний аналіз виявив захист *R. canina* від руйнування нейронів у ділянці СА3 кори та гіпокампу, спричиненого хронічною гіперглікемією (Ertas B. et. al., 2023).

Вивчення нових ліків, спрямованих на лікування тривоги, є серйозною проблемою в усьому світі тому використовують лікарські рослини як потенційне джерело нових ліків від тривожних розладів. *Valeriana officinalis*, *Citrus aurantium*, *Commelina benghalensis*, *Achyranthes aspera*, *Mimosa pudica*, *Achillea millefolium*, *Nymphaea alba*, *Leonurus cardiac*, *Camellia sinensis*, *Turnera aphrodisiaca*, *Crataegus oxyacantha* та *Piper methysticum* продемонстрували багатообіцяючий вплив на тривогу на тваринних моделях. У клінічних дослідженнях найбільш позитивні результати показали пасифлора, кава, валеріана, звіробій і хваганда. Дотепер необхідні додаткові дослідження для вивчення дії лікарських рослин на тривогу (Khan A. et. al., 2022).

Лікування шкірних захворювань лікарськими рослинами є безперервною діяльністю людини, яка триває тисячі років. Лікарські рослини, які зазвичай використовуються при дерматологічних захворюваннях: *Phlebodium aureum*, *Rosmarinus officinalis* L., *Panax ginseng*, *Allium cepa* L., *Aloe vera*, *Berberis aquifolium* Pursh, *Camellia sinensis* (L.) Kuntze та *Podophyllum peltatum* L. Попит на додаткові терапевтичні засоби є новою тенденцією через усвідом-

лення можливих побічних ефектів, які можуть спричинити синтетичні ліки (Maleš Ž. et. al., 2019).

Численні лікарські рослини використовувалися для лікування різних типів захворювань і розладів, включаючи шлунково-кишкові захворювання. Захворювання шлунково-кишкового тракту є найпоширенішими скаргами, які зазвичай вражають більшу частину дітей та підлітків, при цьому клінічні прояви частково збігаються з діагностикою та медичними потребами. Препарати спазмолітичної дії зазвичай застосовують для симптоматичного лікування скорочень і спазмів гладеньких м'язів при шлунково-кишкових захворюваннях, а також в інших критичних клінічних ситуаціях. В альтернативній системі ліків спазмолітичні трави відігравали значну роль у лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту. Ці лікарські рослини і продукти з них використовуються з покоління в покоління через безліч поживних і терапевтичних переваг.

Висновки.

Отже, проведений аналіз літературних даних продемонстрував, що в Україні існує значне різноманіття лікарських рослин які використовуються для лікування різних захворювань. Рослинні препарати відзначаються легкістю, доступністю, низькою вартістю та мінімальними побічними ефектами, що робить їх ключовими у методах лікування. Дослідження вказує на важливість агрокліматичних умов для фармацевтичного потенціалу лікарських рослин. Біохімічні особливості та фармацевтичний потенціал всіх лікарських рослин залежить від кліматичних умов їх вирощування.

References

1. Yang, L., Yang, Y., Huang, L., Cui, X., & Liu, Y. (2023). From single- to multi-omics: future research trends in medicinal plants. *Briefings in bioinformatics*, 24(1), bbac485. <https://doi.org/10.1093/bib/bbac485>.
2. Ma, X., Meng, Y., Wang, P., Tang, Z., Wang, H., & Xie, T. (2020). Bioinformatics-assisted, integrated omics studies on medicinal plants. *Briefings in bioinformatics*, 21(6), 1857–1874. <https://doi.org/10.1093/bib/bbz132>.
3. Salehi, B., Ata, A., V Anil Kumar, N., Sharopov, F., Ramírez-Alarcón, K., Ruiz-Ortega, A., Abdulmajid Ayatollahi, S., Tsouh Fokou, P. V., Kobarfard, F., Amiruddin Zakaria, Z., Iriti, M., Taheri, Y., Martorell, M., Sureda, A., Setzer, W. N., Durazzo, A., Lucarini, M., Santini, A., Capasso, R., Ostrander, E. A., & Sharifi-Rad, J. (2019). Antidiabetic Potential of Medicinal Plants and Their Active Components. *Biomolecules*, 9(10), 551. <https://doi.org/10.3390/biom9100551>.
4. Khan, A., Akram, M., Thiruvengadam, M., Daniyal, M., Zakki, S. A., Munir, N., Zainab, R., Heydari, M., Mosavat, S. H., Rebezov, M., & Shariati, M. A. (2022). Anti-anxiety Properties of Selected Medicinal Plants. *Current pharmaceutical biotechnology*, 23(8), 1041–1060. <https://doi.org/10.2174/1389201022666210122125131>.
5. Pavlyshak, Ya.Ya., Monastirska, S. S. (2023). *Biology of medicinal plants: methodological materials for laboratory work for applicants of the first (bachelor) level of higher education, specialty 091 Biology*. Drohobych: DDPU named after Ivan Franko. 58 p.
6. Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant physiology and biochemistry: PPB*, 148, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006>.
7. Kehili, S., Boukhatem, M.N., Belkadi, A., Ferhat, M.A., & Setzer, W.N. (2020). Peppermint (*Mentha piperita* L.) essential oil as a potent anti-inflammatory, wound

- healing and anti-nociceptive drug. *Eur J Biol Res*, 10(2), 132–149. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3831042>
8. Mohammadifar, M., Aarabi, M.H., Aghighi, F., Kazemi, M., Vakili, Z., Memarzadeh, M.R., & Talaei, S.A. (2021). Anti-osteoarthritis potential of peppermint and rosemary essential oils in a nanoemulsion form: behavioral, biochemical, and histopathological evidence. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03236-y>
 9. Samiei, L., Davoudi Pahneshkolayi, M., Tehranifar, A., & Karimian, Z. (2021). Organic and inorganic elicitors enhance in vitro regeneration of *Rosa canina*. *J Genet Eng Biotechnol*, 19(1), 60. <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00166-7>.
 10. Ertas, B., Hazar-Yavuz, A.N., Topal, F., Kelles-Kaya, R., Karakus, Ö., Ozcan, G. S., Taskin, T., & Cam, M. E. (2023). *Rosa canina* L. improves learning and memory-associated cognitive impairment by regulating glucose levels and reducing hippocampal insulin resistance in high-fat diet/streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of ethnopharmacology*, 313, 116541. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.116541>.
 11. Maleš, Ž., Drvar, D.L., Duka, I., & Žužul, K. (2019). Application of medicinal plants in several dermatovenerological entities. *Acta pharmaceutica (Zagreb, Croatia)*, 69(4), 525–531. <https://doi.org/10.2478/acph-2019-0045>.

Kolesnyk A., Szikura A., Szikura A. (2023)

BIOCHEMICAL FEATURES AND PHARMACEUTICAL POTENTIAL OF MEDICINAL PLANTS FROM DIFFERENT AGROCLIMATIC ZONES OF UKRAINE.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 40-47.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48315>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.003](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.003)

Abstract. *Natural products, especially those of plant origin, are a major source for identifying promising lead candidates and play an important role in future drug development programs. The ease, availability, low cost, and minimal side effects make herbal medicines a major key player in all available treatments, especially in rural areas. In addition, a large number of plants are a rich source of bioactive chemicals that have no undesirable side effects and have powerful pharmacological effects. Plants have also always been an exemplary source of medicines, and many of the drugs currently available are derived directly or indirectly from them. The use of specific plant species developed regionally, based on the local flora.*

The aim of the study was to determine the biochemical characteristics and pharmaceutical potential of medicinal plants from different agroclimatic zones of Ukraine. In the course of the work, it was determined that a large number of varieties of medicinal plants grow on Ukrainian lands. In the course of the work, it was determined that a large number of varieties of medicinal plants grow on Ukrainian lands. The high pharmaceutical potential of medicinal plants largely depends on the soil and climatic conditions of each territory, even within the same climatic zone, and has its own special conditions.

The combination and correlation of numerous meteorological elements, such as heat, humidity, light, etc., affect the biochemical characteristics and pharmaceutical potential of a plant. Therefore, it is the agroclimatic zone of growth of a medicinal plant that is of great importance for its further use in medicine.

Keywords: *medicinal plants, biochemical features, pharmaceutical potential, climatic zones of Ukraine, biologically active substances.*

ДИВЕРСИТЕТ ГРИБІВ У КАРПАТАХ: ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АКТУАЛЬНИХ АСПЕКТІВ БІОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЇ

О.Б. КОЛЕСНИК,

кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки

ORCID - 0000-0002-3164-1965, oleg.kolesnyk@uzhnu.edu.ua

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород, Україна

Анотація. Збереження біорізноманіття – одна з основних передумов сталого розвитку навколишнього середовища. Скорочення видового складу призводить до зміни структури екосистем, порушення їх стабільності та стійкості. Метою дослідження є вивчення диверситету грибів на території Карпатських гір та їх розподілу за основними біотопами, аналіз результату антропогенного впливу, а також розробка практичних адаптаційних стратегій. Дослідження здійснювалось з використанням загальнонаукових методів пізнання: системного аналізу та синтезу, конкретизації, дедукції, узагальнення, абстрагування, формалізації. У статті здійснено критичне узагальнення видового складу грибів Українських Карпат, досліджено поширення видів грибів по ареалах, стан сучасного висвітлення проблематики у науковій літературі. Були опрацьовані наукові джерела, публікації в спеціалізованих виданнях, матеріали конференцій і монографії. Теоретична база дослідження включала в себе наукові публікації, що стосувалися тематики дослідження. Дослідницька робота спрямована на формування системи закономірностей і особливостей об'єкту дослідження, таких як вплив кліматичних змін та антропогенного тиску на диверситет грибів в Українських Карпатах. Для досягнення цієї мети використовувалися методи узагальнення. Наприклад, метод формалізації використовувався для формування пріоритетних векторів стабілізації та оптимізації мікоценозів в Українських Карпатах, а також для фіксації результатів дослідження з метою активного практичного впровадження в процесі оптимізації природного середовища регіону. За результатами дослідження запропоновано систему превентивних заходів в складі стратегії адаптації навколишнього середовища до антропогенно-кліматичної динаміки. Розроблено основні заходи з оптимізації екологічної ситуації в сфері мікології регіону. Практична значимість отриманих результатів полягає в можливості їх використання для дослідження динаміки диверситету грибів Українських Карпат у період глобальних кліматичних змін та суттєвого антропогенного навантаження, розробки відповідної стратегії адаптації на регіональному та національному рівнях, а також у ході формування комплексного підходу до збереження біорізноманіття заповідних територій.

Ключові слова: видове різноманіття, етномікологія, Червона Книга України, екосистема, мікоценоз.

Вступ.

Гриби – морфологічно та екологічно різноманітне царство, проте мало досліджене в глобальній перспективі. Видове різноманіття мікофлори Українських Карпат налічує понад 2700 видів грибів (Dudka I. et al., 2019), і є репрезентативним для даного регіону в історично-часовому та просторовому аспектах.

Наразі у науковому полі існує значний обсяг інформації щодо мікорізноманіття Українських Карпат, при цьому особливістю є розпорошеність окремих відомостей у численних публікаціях, серед яких чимало є бібліографічною рідкістю. З моменту опублікування багатьох праць аспект систематики грибів набув суттєвого розвитку, тому списи видового мікологічного складу регіону потребують актуалізації та уточнення.

Результати досліджень сучасних вчених (Bohoslavets O. et al., 2023) свідчать, що Карпатські екосистеми є середовищем поширення рідкісних видів грибів. В той же час, інші дослідники (Tsaryk, J. et al., 2016) відмічають у своїх роботах на факті суттєвої динаміки видового мікологічного складу Карпат під впливом антропогенного тиску, і саме рідкісні та вимираючі види є найменш толерантними до такого виду впливу.

Українські та зарубіжні вчені (Devkota S. et al., 2023; Ullah T.S. et al., 2022; Zeb M., et al., 2023; Dudka I., 2003; Lovas P. et al., 2006; Alday O. Yu., 2017) у своїх публікаціях акцентують увагу на факторі синергії та нерозривності взаємозв'язків у природно-антропогенних гірських екосистемах, що актуалізує взаємозалежність біологічних та екологічних аспектів формування та динаміки видового складу грибів.

Не зважаючи на значні зусилля вчених, диверситет грибів Українських Карпат наразі вивчено нерівномірно та у недостатньому обсязі. Реалізувати мікологічні обстеження на території великої площі та складної доступності дуже складно. У зв'язку з цим, реальним інструментом для репрезентації мікологічного видового складу Карпатського регіону є детальне дослідження територій, що перебувають під охороною від антропогенного втручання.

Метою роботи стало вивчення біорізноманіття видового складу грибів регіону Українських Карпат на прикладі заповідних територій. Дослідження спрямоване на розробку практичної адаптаційної стратегії синергії біологічної та екологічної динаміки диверситету грибів регіону, зокрема, у розрізі кліматично-антропогенних змін.

Матеріали та методи дослідження.

У процесі реалізації наукового дослідження було застосовано загальні методи наукового пізнання. Опрацьовано наукові літературні джерела і публікації у спеціалізованих галузевих виданнях, матеріали конференцій, монографії. Теоретичну базу поточної роботи складають наукові публікації за тематикою дослідження. У ході роботи розглянуто праці українських та закордонних дослідників, статистичні дані з офіційних національних та міжнародних джерел, матеріали аналітичного характеру, результати незалежних спостережень та практичні рекомендації щодо предмету, що розглядається у роботі.

Формування системи закономірностей та особливостей об'єкту до-

слідження впливу кліматичних змін та антропогенного тиску на диверситет грибів Українських Карпат, а також вивчення можливостей превентивних та регенераційних рішень здійснювались в ході дослідження за допомогою методу узагальнення.

Метод сходження від абстрактного до конкретного застосовано в розрізі переходу від загальних знань про вектори динаміки диверситету грибів до особливостей формування видового мікологічного складу Українських Карпат.

У процесі дослідження також використані методи системного аналізу, синтезу, формалізації, абстрагування, дедукції, конкретизації. Зокрема, за допомогою системного аналізу встановлено біолого-екологічні зв'язки досліджуваного предмету. Метод синтезу застосовано в роботі з метою позиціонування існуючих в Україні підходів до класифікації грибів. Метод дедукції використано для виділення сутності негативного впливу динаміки клімату та антропогенного навантаження на екологічний стан середовища формування видового біорізноманіття грибів Карпатського регіону.

За допомогою застосування загальнонаукового методу абстрагування сформовано поняття про цілісний процес моніторингу та контролю параметрів стану мікоценозів та управління еколого-біологічними ризиками.

Метод формалізації у процесі дослідження використано на етапі формування пріоритетних векторів стабілізації та оптимізації стану мікоценозів Українських Карпат, а також у процесі фіксації результатів дослідження, що зорієнтовані на активне практичне впровадження в процесі оптимізації стану природного середовища регіону.

Метод конкретизації використано для фіксації ефективності та доцільності невідкладних превентивних заходів та регенераційних мір в межах адаптаційної стратегії, для прогнозування можливих негативних наслідків у короткотривалому та довготривалому часових розрізах для видового біорізноманіття грибів Карпат. Крім того, метод застосовано для виділення оптимальних умов та рішень щодо нівелювання ризиків пролонгованих наслідків для екосистем досліджуваного регіону.

Результати та їх обговорення

Аналіз динаміки мікологічного видового складу Карпатського регіону та процесів перерозподілу дає можливість ідентифікувати вплив процесів синантропізації і антропогенної трансформації. Аналітика результатів дослідження вченими екологічної ситуації на макросхилах Українських Карпат дозволяє виділити основні наслідки антропогенного тиску, зокрема, скорочення лісистості, витіснення морфологічно складних екосистем антропогенізованими, спрощення вертикальної і горизонтальної структур лісових біогеоценозів, зменшення загальної товщини біогеопокриву. Такі суттєві динамічні перетворення біогеоценотичного покриву зумовлюють скорочення біорізноманіття грибів, до заносу, спричиняють експансію адвентивних видів, ускладнюють умови адаптації мікоценозів до глобальних кліматичних процесів.

На території Українських Карпат фіксується місцезростання 16 видів макроміцетів, занесених до Червоної книги України. За прийнятими

категоріями вони розподіляються наступним чином. До категорії тих, що зникають, належать 6 видів: *Strobilomyces floccopus* (Vahl.: Fr.), *Boletus aereus* Bull.: Fr., *B. regius* Krombh., *Tylopilus alutarius* (Fr.) Henn., *Macrolepiota puellaris* (Fr.) Mos., *Amanita caesarea* (Fr.) Quel. 3 категорії вразливих в Українських Карпатах представлений тільки один вид *Agaricus remagnesii* S. Wasser. Види третьої категорії — рідкісні — є найчисельнішими: у Карпатах є місцезростання 9 із 17 видів, занесених до Червоної книги України саме під цією категорією. Це *Tuber aestivum* Vitt., *Hericium coralloides* (Fr.) S. F. Gray, *Grifola frondosa* (Fr.) S.F. Gray, *G. umbellata* (Fr.) Pil., *Sparassis crispa* (Fr.) Fr., *Clavariadelphus pistillaris* (Fr.) Donk, *Mutinus caninus* Fr., *Catathelasma imperiale* (Fr.) Sing., *Russula turci* Bres.

Оскільки найефективнішим заходом охорони грибів є збереження їх популяцій на території об'єктів природно-заповідного фонду України, доцільно аналізувати розміщення місцезростань рідкісних видів грибів в Українських Карпатах на прикладі таких репрезентативних територій.

На території Українських Карпат функціонує ряд природоохоронних об'єктів загальнодержавного значення, які різняться за площею та рівнем дослідженості. Саме такі автентичні території можуть слугувати репрезентативними ареалами видового біорізноманіття грибів Карпатського регіону, адже антропогенний тиск цих ділянках мінімізовано шляхом законодавчих обмежень.

Через нерівномірність дослідження мікоценозів регіону за систематичними групами та територіальною таксономією, низка груп грибів за-

лишається малодослідженою та маловивченою. Зокрема, це стосується, наприклад, ґрунтових мікроміцетів, облигатнопаразитних грибів, деяких груп сумчастих грибів.

Останніми роками спостерігається активізація вивчення диверситету грибів Карпатського регіону сучасними вченими, зокрема, на прикладі Карпатського біосферного заповідника. У галузевих публікаціях, присвячених різни групам грибів, мікобіота Карпатського біосферного заповідника позиціонується як одна з найбільш вивчених в Українських Карпатах, адже на неї припадає 49,3% від загальної кількості видів у загальному списку. У той же час, локальна мікобіота є досить специфічною, зокрема, містить 76 рідкісних видів (Akulov O.Yu., 2015; Shcherbakova Y.V., et al., 2015).

За результатами опрацювання літератури та критичної аналітики літератури, можна сформулювати список грибів та грибоподібних організмів заповідників та національних природних парків Українських Карпат, який містить 2704 видів з 842 родів, що належать до 74 відділів 25 класів. Така класифікація є репрезентативною для регіону, адже зводить до мінімуму фактори антропогенного тиску.

Варто відзначити, що мікофлора досліджуваних територій переважно представлена справжніми грибами (Fungi), що складають 93% від загального списку. Решту становлять слизовики (*Eumycetozoa*) та ооспорові гриби (*Chromista*, *Oomycota*) — 169 та 31 вид відповідно. Так як вивченню слизовиків вчені приділяють стільки ж уваги, як і справжнім грибом, можна стверджувати, що сформоване співвідношення відповідає ре-

альним закономірностям поширення грибів в Українських Карпатах. Що стосується ооспорових грибів, необхідно зазначити невисокий науковий інтерес до цієї групи з боку дослідників, тому, найімовірніше, їх кількість є дещо заниженою.

Варто відзначити, що розвиток грибів може обмежуватися різними факторами, зокрема, доступністю вологи і кількістю джерел живлення – наявністю органіки чи рослин-симбіонтів. У зв'язку з цим, інформація про гриби в Карпатах фактично відсутня у таких групах біотопів, як болота, водні та прибережено-водні біотопи, скельні відслонення, чагарники. У той же час, гриби Карпатського регіону переважно скупчені у лісових біотопах, а частка видів тут складає більше 98%, що пояснюється репрезентативністю в лісах видів, що віднесені до інших біотопів по ареалу поширення.

Загалом, аналіз диверситету грибів Українських Карпат за біотопами свідчить про максимальне їх поширення у ялинових та букових лісах, тобто найпоширеніших видах природних територій регіону. Очевидно, що саме такі біоценози є основним комфортним ареалом для більшості видів грибів Карпатського регіону. Характерним також є скорочення кількості грибів та збіднення їх видового складу із збільшенням висоти (Carpathian Ecology Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2018).

При вкрапленні у біотоп навіть невеликої кількості нехарактерних дерев, спостерігається різка динаміка видового складу грибів. Таким чином, можна припустити, що видовий склад мікоценозу мікоризоутворюючих грибів залежить не безпосеред-

ньо від біотопу, а від асоціативності з видами рослин.

Висновки.

У дослідженні запропоноване узагальнення та аналіз дослідження різних груп грибів на території Українських Карпат, що дає можливість визначити найбільш перспективні групи та території для подальших досліджень. Виділено фактори, які призводять до збіднення видового різноманіття грибів, серед яких – детерміновані антропогенним впливом (нерегульована рекреація, надмірна експлуатація біотичних ресурсів, фрагментація території тощо) та незалежні від нього (глобальна зміна клімату, повені, селі, ерозії, експлікація адвентивних видів рослин, сукцесії).

Запропоновано заходи, які доцільно застосовувати з метою збереження біотичного різноманіття, прогнозування тенденції впливу антропогенних чинників мікоценози та способи превентивного захисту з урахуванням специфіки функціонування екосистем Українських Карпат в мінливих умовах довкілля. Для мінімізації впливу наслідків фрагментації ландшафту як одного з факторів загроз для біорізноманіття грибів на досліджуваній території необхідним вбачається практична реалізація ідеї об'єднання суміжних природно-заповідних територій з метою зниження ступеня фрагментації та збільшення ефективної площі, що сприятиме як збереженню диверситету, так і підвищенню стабільності екосистем в цілому.

У результаті дослідження виділено пріоритетні напрямки адаптаційної стратегії щодо мінімізації впливу кліматичних змін та антропогенного тиску на мікоценози Українських Кар-

пат. До них належать, насамперед, адаптивні управлінські механізми у природно-заповідній справі, інноваційні можливості системи моніторингу, прогнозування та раннього попередження ризиків, а також заходи щодо збільшення стійкості та розширення динамічних властивостей гірських екосистем.

У роботі обґрунтовано необхідність вдосконалення та актуалізації існуючих підходів до класифікації біорізноманіття грибів досліджуваної території. Встановлено, що з метою зниження рівня загроз біорізноманіттю мікоценозів Карпатського регіону, необхідно розробити систему превентивних заходів, яка б враховувала специфіку факторів негативного впливу і шляхи його мінімізації.

На основі результатів, отриманих в роботі, запропоновано пріоритетні вектори подальших досліджень з теми, обґрунтована необхідність організації доступності та систематизації науково-дослідницької та практичної інформації щодо диверситету грибів Українських Карпат.

References

1. Dudka, I., Gelyuta, V., & Prydyuk, M. (2019). Mushrooms of reserves and national natural parks of the Ukrainian Carpathians. Kyiv: Scientific opinion. <https://spadok.org.ua/books/Carpathian%20Fungi.pdf>
2. Bohoslavets O., Prydiuk M. 2023. Nové nálezy vzácných dřevních hub z ukrajinských Karpat. Czech Mycol. №75(1). Pp. 61–83. URL: http://www.czechmycology.org/_cmo/CM75105.pdf
3. Tsaryk, J., Horban, I., & Reshetylo, O. (2016). Factors of threats to biodiversity of the protected territories of the Ukrainian Carpathians, Roztochchi and Western Polissia. Lviv: SPOLOM.
4. Devkota, S., Fang, W., Arunachalam, K., Phyto, K. M., & Shakya, B. (2023). Systematic review of fungi, their diversity and role in ecosystem services from the Far Eastern Himalayan Landscape (FHL). *Heliyon*, 9(1), e12756. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12756>
5. Ullah, T. S., Firdous, S. S., Shier, W. T., Husain, J., Shaheen, H., Usman, M., Akram, M., & Khalid, A. N. (2022). Diversity and ethnomycological importance of mushrooms from Western Himalayas, Kashmir. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s13002-022-00527-7>
6. Zeb, M., Ullah, A., Ullah, F., Haq, A., Ullah, I., Badshah, L., & Haq, M. A. (2023). Diversity and biological characteristics of macrofungi of district Bajaur, a remote area of Pakistan in the Hindu Kush range. *Heliyon*, 9(7), e17818. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17818>
7. Dudka, I. (2003). Anthropogenically determined changes in the species composition of downy fungi of the Ukrainian Carpathians. *Ecological problems of the Carpathian region*, 324–334. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/73764>
8. Lovas, P., & Kuffer, N. (2006). Aphilophorous fungi of beech forests of the Carpathian Biosphere Reserve and commercial beeches of the Swiss Alps. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University*, 19. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/15681>
9. Akulov, O. Yu. (2015). New information about the mushrooms of the Black Sea region. *Proceedings of the VI congress of phytobiologists of the Black Sea region (Kherson-Lazurne, May 19, 2015)*. Kherson: KhSU. <https://core.ac.uk/download/pdf/46595283.pdf>
10. Shcherbakova, Y.V., & Dzhagan V.V. (2015). *Scutellinia torrentis* (Pyronemataceae, Pezizales), a new for Ukraine

- species from the carpathian biosphere reserve. Ukrains'kyi Botanichnyi Zhurnal, 72(1), 50–54. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj72.01.050>
11. Carpathian Ecology Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine (2018). The nature of the Carpathians, 1(3). http://cbr.nature.org.ua/Pr_Car/Pryroda_Karpat_3.pdf
12. Alday, J.G., Martínez de Aragón, J., de-Miguel, S., & Bonet, J.A. (2017). Mushroom biomass and diversity are driven by different spatio-temporal scales along Mediterranean elevation gradients. Scientific Reports, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep45824>
-

Kolesnyk O. (2023)

DIVERSITY OF FUNGI IN THE CARPATHIAN MOUNTAINS: LITERATURE REVIEW AND INVESTIGATION OF CURRENT BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL ASPECTS.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 48-54.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48316>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.004](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.004)

Abstract. Biodiversity conservation is one of the fundamental prerequisites for sustainable environmental development. This research aims to study the diversity of fungi in the Carpathian Mountains and their distribution across major biotopes, analyze the results of anthropogenic influence, and develop practical adaptation strategies. The study employed general scientific methods of cognition, including systematic analysis and synthesis, specification, deduction, generalization, abstraction, and formalization. This article critically synthesizes the species composition of fungi in the Ukrainian Carpathians, investigates the distribution of fungal species within their ranges, and assesses the current coverage of this topic in scientific literature. The research aimed to establish a system of regularities and peculiarities of the research object, such as the impact of climate change and anthropogenic pressure on fungal diversity in the Ukrainian Carpathians.

The formalization method was employed to formulate priority vectors for stabilizing and optimizing mycocoenoses in the Ukrainian Carpathians and to document the research results for active practical implementation in the region's environmental optimization process. A system of preventive measures is proposed as part of the strategy for adapting the environment to anthropogenic-climatic dynamics. Key measures for optimizing the ecological situation in the field of mycology in the region have been developed.

The practical significance of the obtained results lies in their potential use for studying the dynamics of fungal diversity in the Ukrainian Carpathians during periods of global climate change. This research also contributes to developing adaptation strategies at regional and national levels and forming a comprehensive approach to biodiversity preservation in protected areas.

Keywords: species diversity, ethnomycology, Red Book of Ukraine, ecosystem, mycocoenosis.

ДИНАМІКА ВПЛИВУ ІОНІВ ДЕЯКИХ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА БІОСИНТЕТИЧНУ СПРОМОЖНІСТЬ ШТАМУ *STREPTOMYCES RECEFENSIS* VAR. *LYTICUS* 2P-15 В ПЛАНІ СИНТЕЗУ АМІЛОЛІТИЧНИХ ФЕРМЕНТІВ

Є.М. ІВЧЕНКО,

аспірантка кафедри біотехнології та БЖД 3 року навчання

за спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія,

<https://orcid.org/0009-0000-8880-8650>,

ivchenko_ym@czvfn.dnu.edu.ua

Н.Б. МІТІНА,

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри біотехнології

та безпеки життєдіяльності,

<https://orcid.org/0000-0002-5384-7040>

Український державний хіміко-технологічний університет,

м. Дніпро, Україна

Анотація. Сучасна біотехнологія ензимів є перспективною та швидко розвиваючою галуззю промислової біотехнології, яка потребує нових перспективних досліджень в аспекті оптимізації умов біосинтезу ферментів. Модулювання біосинтетичної активності штамів продуцентів дозволяє значно збільшити економічний вихід виробництва. Найважливішими з факторів збільшення ефективності є склад поживного середовища, яке може бути оптимізоване залежно від потреб мікроорганізмів. В рамках комплексного дослідження оптимізації складу живильного середовища симплекс- методом математичного моделювання метою роботи є дослідження впливу іонів деяких важких металів на біосинтетичну спроможність штаму *Streptomyces recefensis* var. *lyticus* 2P-15. Досліджено вплив іонів деяких важких металів на біосинтетичну спроможність штаму *Streptomyces recefensis* var. *lyticus* 2P-15 в плані синтезу амілолітичних ферментів, накопичення біомаси та білку. Об'єкт дослідження – штам *Streptomyces recefensis* var. *lyticus* 2P-15, одержаний трьох ступінчатою селекцією продуценту. Для виконання досліджень було застосовано симплекс-метод добору складу середовища. Для аналізу біосинтетичної активності використовували стандартні методи визначення біомаси та амілолітичної

активності. Встановлено, при додаванні іонів Co, Mo, Cd в концентрації 0,00001 та 0,0005 мг/мл пригнічує ріст біомаси, але підвищує вміст білку на 13-57% відповідно. Визначено, що додавання іонів Co, Mo, Cd в різних концентраціях сприяє підвищенню як кількісного так і якісного складу синтезованих ензимів і в найкращому відгуку мало місце підвищення амілолітичної активності на 354% до контролю. Перспективою подальших досліджень оптимізації біосинтезу актиноміцетів симплекс- методом інших аспектів його регуляції буде підвищувати біосинтетичну спроможність досліджуваного штаму, що буде позитивно впливати економічний вихід виробництва амілолітичних ферментних препаратів шляхом отримання мікробного синтезу

Ключові слова: амілолітичні ферменти, біосинтетична спроможність, математичне моделювання, іони важких металів, поживне середовище.

Вступ.

В останній час значно зріс інтерес до літичних ферментів, які володіють спроможністю в м'яких умовах гідролізувати специфічні зв'язки клітинних стінок мікроорганізмів, що призводить до дезінтеграції клітин. Ферменти, що володіють цими властивостями, широко використовують на практиці, наукових дослідженнях при вивченні тонкої будови клітинних стінок бактерій та дріжджів, виділенні внутрішньоклітинних органел, окремих макромолекул (хромосомної та не хромосомної ДНК). Важливого значення набуло використання літичних ферментів для отримання протопластів, які використовуються в клітинній інженерії. Однак відсутність дешевих джерел цих ферментів не дозволяє налагодити їх широкомасштабну промисловість та використання на практиці. Тому велика увага приділяється підвищенню ефективності мікробіологічних виробництв за рахунок вирішення проблеми підвищення життєдіяльності продуцентів і розробки прийомів інтенсифікації їх росту та продуктивності (Pyrog T.P. et al., 2020; Paul J.S. et al., 2017).

Одним з таких регуляторів продуктивності штаму можна вважати важкі метали, які неоднаково впливають на синтез і активність ферментів, а саме лізоензимів. Штам *Streptomyces recsfensis* var. *lyticus* 2P-15 синтезує складний комплекс бактеріолізинів та стимуляторів росту на середовищі до складу входить також набір іонів металів, які, як відомо, виступають в якості індукторів процесів синтезу різних груп ензимів. Взаємодія важких металів з клітинами мікроорганізмів виявляє інтерес щодо практичних задач і з теоретичної точки зору. Відомо, що деякі метали залежно від концентрації можуть позитивно або негативно впливати на здатність стрептоміцетів утворювати біологічно активні речовини. Для росту мікроорганізмів і біосинтезу ряду біологічно активних речовин важливе значення має склад живильного середовища. Продукти літичних та інших ферментів здатні рости на різних середовищах, в тому числі і на синтетичних. Поряд з іншими компонентами суттєву роль у життєдіяльності мікроорганізмів грають мікроелементи (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Co та інші). Вони входять до складу ряду ферментів, що прийма-

ють участь в процесах метаболізму. Ці елементи мають високу каталітичну активність у процесі внутрішньоклітинного обміну (Pyrog T.P. et al., 2020).

Узагальнюючи існуючі літературні дані, слід зазначити, що варіанти дії важких металів на різні організми вельми різноманітні, а число досліджених об'єктів дуже мале. Розширення кола об'єктів в кожній фізіологічній групі мікроорганізмів в сполученні з застосуванням комплексу підходу зробить можливим подальший розвиток уявлень в цій галузі та дозволить вирішити практичні задачі, що пов'язані з дією важких металів на мікроорганізми.

Матеріали та методи дослідження.

Амілолітичні ферменти мікробного походження відносяться до індукцйбельних, тобто їх синтез залежить від різних умов культивування та складу живильного середовища. Штам *Streptomyces rechefensis* var. *lyticus* 2P-15 – продуцент складного комплексу бактеріологічних, дріжджолітичних та інших екстрацелюлярних ферментів та стимуляторів росту глікопротеїнової природи. До складу його метаболітів входять амілази, глікозидази, літичні ендопептидази, мурамідози, протеази (Shynkarenko L.M. et al., 1998).

Штам *Streptomyces rechefensis* var. *lyticus* 2P-15 в процесі культивування на рідких живильних середовищах накопичує комплекс гідролітичних ферментів в культуральній рідині. Глибинне вирощування вказаного продуцента з метою отримання амілолітичних ферментів проводили в колбах ємністю 250 мл, які містили по 100 мл середовища на качалках

(220 об./хв) протягом 72 годин при 28°C. Маточне середовище було наступного складу (на 100 мл): соєве борошно – 0,48%, CaCl_2 – 0,1%, CaCO_3 – 0,2%, H_2O (дист.), NH_4NO_3 – 0,075%, K_2HPO_4 – 0,01%, крохмаль – 4,0%, та композицію іонів металів, які як відомо, виступають в якості індукторів процесів синтезу різних груп ензимів (Shynkarenko L.M. et al., 1998; Gregirchak N.M. et al., 2015).

Для досягнення поставленої мети використовували ферментативне середовище наступного складу (на 50 мл): соєве борошно – 0,6%, глюкоза – 1,1%, кукурудзяний екстракт – 1%, глутамат натрію $\text{C}_5\text{H}_8\text{NO}_4\text{Na}\cdot\text{H}_2\text{O}$ – 0,5%, NH_4NO_3 – 0,15%, K_2HPO_4 – 0,027%, CaCl_2 – 0,2%, CaCO_3 – 0,42%, H_2O (дист.), $\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,005%, $\text{MnCl}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ – 0,0015%, $\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,056%, $\text{ZnSO}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ – 0,2•10-4%. Накопичення амілолітичних ферментів проводили в колбах ємністю 250 мл на качалках (220 об./хв) протягом 72 годин за температури 28 °C (Shynkarenko L.M. et al., 1998). Для оптимізації системи культивування використовували метод симплексу (Chervakov O.V. et al., 2016).

Матриця дослідів вихідного симплекса в кодованих змінних наведена в табл. 1. Символом «0» позначені координати центра плану, тобто основний рівень.

Величини, що входять у цю таблицю, розраховуються за такими формулами:

$$k_i = \sqrt{\frac{1}{2i(i+1)}}$$

i – номер фактора в матриці планування. Досліди, надані в табл.1, відповідають вершинам симплекса, сторона якого дорівнює одиниці, а

1. Матриця вихідного симплексу

Номер досліджу	X ₁	X ₂	...	X _{n-1}	X _n	Функція відгуку
1	k ₁	k ₂	...	k _{n-1}	k _n	y ₂
2	-R ₁	k ₂	...	k _{n-1}	k _n	y ₂
3	0	-R ₂	...	k _{n-1}	k _n	y ₂
...	...	...	...	...	...	...
n-1	0	0	...	k _{n-1}	k _n	y _{n-1}
n	0	0	...	R _{n-1}	k _n	y _n
n+1	0	0	...	0	-R _n	y _{n+1}

центр збігається з початком координат (в кодованих змінних) (Chervakov O.V. et al., 2016).

Для визначення біосинтетичної спроможності штаму *Streptomyces recefensis* var. *lyticus* 2P-15 за оптимальних концентрацій іонів металів було проведено фракціонування на сефадексі G-100 (колонка 16 см, кількість білку, який наносився - 10 мг). Елюція здійснювалась 0,02 М Na-ацетатним буфером, рН- 5,4; швидкість елюції - 12 мл/год).

Визначення біомаси проводили вагомим методом. Міцелій відфільтрований та відмитий 5%-вим розчином ТХО та водою, висушують при 105°C до постійної ваги та виражають у мг/мл середовища та визначається за формулою:

$$M = \frac{A-B}{V}, \text{ де}$$

M - суха біомаса, мг/мл

A - маса фільтру з біомасою, мг

B – маса фільтру без біомаси, мг

V – кількість культуральної рідини, взятої для фільтрування, мл

Біосинтетична спроможність штаму *Streptomyces recefensis* var. *lyticus* 2P-15 виражається у продуктивності штаму. Продуктивність розраховується за формулою:

$$P = \frac{AO}{M}$$

де АО – амілолітична продуктивність, АО/мл;

M- суха біомаса, мг/мл;

Визначення амілолітичної активності здійснювали за стандартною методикою (Paul J.S. et al., 2017) з використанням фотоелектроколориметра (КФМ-2МП). За одиницю амілолітичної активності АЕ приймали кількість ферменту, яка за температури 37 °С протягом 30 хвилин розщеплює 10 мг крохмалю. Амілолітичну активність визначали за формулою:

$$AE/мл = \frac{(D_{\text{контр}} - D_{\text{дослід}}) \cdot 60 \cdot \text{розведення}}{D_{\text{дослід}} \cdot 10}$$

де D_{контр} – оптична щільність проби з пробірки В;

D_{дослід} – оптична щільність проби з пробірки А;

Одержані результати обробляли методами математичної статистики, достовірними вважали відмінності при P<0,05. Усі досліді виконували в 3-х повторюваннях. Розрахунок усіх показників та побудову графіків, гістограм проводили з використанням програмного забезпечення Microsoft Office Excel (США).

2. Вплив іонів важких металів на накопичення біомаси та вміст білку штаму *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* 2P-15

Йони металів, що додаються до ферментативного середовища	Біомаса, мг/мл $\pm m$ % до К		Білок, мг/мл $\pm m$ % до К	
	мг/мл $\pm m$	% до К	мг/мл $\pm m$	% до К
Контроль (без додавання металів)	6,00 $\pm$ 0,12	100	0,75 $\pm$ 0,014	100
Co 0,00001	4,50 $\pm$ 0,09	75	0,91 $\pm$ 0,018	121
Co 0,0005	4,10 $\pm$ 0,08	68	0,88 $\pm$ 0,016	117
Co 0,001	3,80 $\pm$ 0,04	63	0,86 $\pm$ 0,015	113
Mo 0,00001	5,30 $\pm$ 0,11	88	1,18 $\pm$ 0,029	157
Mo 0,0005	5,00 $\pm$ 0,10	83	1,06 $\pm$ 0,027	141
Mo 0,001	5,20 $\pm$ 0,11	86	1,01 $\pm$ 0,025	134
Cd 0,00001	5,80 $\pm$ 0,11	96	1,03 $\pm$ 0,025	137
Cd 0,0005	5,30 $\pm$ 0,09	88	0,65 $\pm$ 0,011	86
Cd 0,001	5,00 $\pm$ 0,10	83	0,31 $\pm$ 0,009	41

Результати та їх обговорення

Досліджено вплив іонів деяких важких металів (кобальту, молібдену, кадмію) які додавались до ферментативного середовища. В результаті експерименту дослідили накопичення біомаси, білку та амілолітичної активності

Як видно з таблиці 2 внесення кобальту, молібдену та кадмію в різних концентраціях по різному впливає на приріст біомаси та накопичення білку.

Як видно з таблиці 2 рівень накопичення біомаси суттєво зменшується при наявності в розчинах іонів важких металів в будь-яких концентраціях.

Так, найменша кількість спостерігається при внесенні кобальту в концентрації 0,001 мг/мл, що знижує накопичення біомаси майже вдвічі, порівняно з контролем. Однак, у більш низьких концентраціях кобальту (0,0005 та 0,00001 мг/мл) прослідковується накопичення біомаси до

68-75% від контролю. Тому можна зробити припущення, що, можливо, при внесенні 0,00001 мг/мл кобальту до рідкого середовища енергія катаболізму починає витрачатися на біосинтез сполук білкової природи. Бо саме при цій концентрації спостерігається високий вміст білку. Кадмій також у низьких концентраціях стимулює до підвищення накопичення біомаси порівняно з іншими металами. Таким чином, у концентрації 0,00001 мг/мл накопичення біомаси становить 96% від контролю, де рівень біомаси найвищий. В контролі наявна невелика кількість білку, а при внесенні 0,00001 мг/мл молібдену - його найбільший відсоток - 157%. Найменша кількість білку при концентрації 0,001 мг/мл кадмію, що доводить її пригнічуючий ефект.

Досліджено вплив важких металів на прояв амілолітичної активності вказаного штаму. При внесенні до середовища іонів важких металів дещо підвищується синтез амілолітичних ферментів, порівняно з контролем.

3. Вплив іонів важких металів на амілолітичну активність штаму *Streptomyces recifensis* var. *lyticus* 2p-15

Концентрація іонів металів, мг/мл	Амілолітична активність АО/мл	
	АО/мл, $\bar{X} \pm m$	% до контролю
Контроль (без додавання металів)	24,0 $\pm$ 1,5	100
Co 0,00001	21,4 $\pm$ 1,2	89
Co 0,0005	61,0 $\pm$ 2,8	254
Co 0,001	55,07 $\pm$ 2,49	229
Mo 0,00001	17,46 $\pm$ 1,8	72
Mo 0,0005	85,05 $\pm$ 4,1	354
Mo 0,001	65,62 $\pm$ 2,9	273
Cd 0,00001	23,29 $\pm$ 1,4	97
Cd 0,0005	25,53 $\pm$ 1,7	106
Cd 0,001	24,94 $\pm$ 1,6	103

Слід зазначити, що більш низькі концентрації металів (0,00001 мг/мл) у всіх випадках в деякій мірі знижують вихід амілаз до середовища. Так, при внесенні 0,00001 мг/мл молібдену до ферментаційного середовища спостерігається зменшення амілолітичної активності на 28% порівняно з контролем. При внесенні більш високих концентрацій, що становлять 0,001 мг/мл спостерігається різке підвищення синтезу амілолітичних ферментів. Наприклад, внесення кобальту та молібдену у вказаних концентраціях призводить до підвищення виходу амілаз до середовища до 55,07 та 65,62 од/мл відповідно, що майже вдвічі перевищує контроль (24,0 од/мл). Оптимальною являється концентрація 0,0005 мг/мл, при внесенні якої до середовища у всіх випадках, спостерігається значне підвищення синтезу амілолітичних ферментів. Так, при внесенні кобальту у вказаній концентрації спостерігається підвищення виходу амілаз до середовища до 229%, порівняно з контролем, молібдену - до 354%, що

є найвищим показником. Кадмій у вивчених концентраціях не викликає значних змін у синтезі амілолітичних ферментів, так як одержані дані близькі до показників контролю, але з підвищенням концентрації підвищуються і вихід амілаз до середовища. Як було сказано вище, досліджуваний лізоензимний препарат собою складний комплекс різних груп ферментів. Для того, щоб виявити гетерогенність ферментного комплексу культуральної рідини штаму вирощеного з додаванням до рідкого середовища іонів молібдену та кадмію в концентрації 0,0005 та 0,001 мг/мл відповідно, було проведено розділення ферментів на сефадексі G-100. Нумерація білкових компонентів проводилася по кількості фракцій, отриманих наприкінці фракціонування. На рисунку 1 зображено дані дослідження контрольної проби після фракціонування на сефадексі G-100 (колонка 16 см, кількість білку, який наносився - 10 мг). Елюція здійснювалась 0,02 М Na-ацетатним буфером, рН- 5,4; швидкість елюції - 12

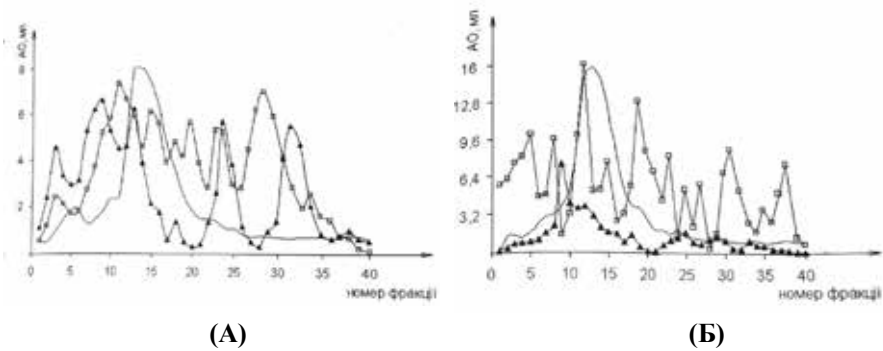


Рис. 1 Гель-фільтрація на сефадексі G-100 ферментного комплексу без додавання іонів металів (А) Гель-фільтрація на сефадексі G-100 ферментного комплексу з додаванням іонів Молибдену (Б)

мл/год). Отримані фракції досліджувались на біосинтетичну спроможність штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus 2P-15*.

В якості прикладу дослідження впливу іонів важких металів на амілолітичну активність штаму *Streptomyces recifensis var. lyticus 2p-15* на рисунку представлено результати з найкращим відгуком гель-фільтрації з додаванням іонів Молибдену

Проаналізувавши результати, що представлені на рисунку 1,2 видно, що з додаванням іонів Молибдену утворюється 11 піків, на відміну від контролю, який утворює 8 піків. Піки 1,2,3,4,5,6,9 та 11 високоактивні. Їх активність коливається від 7,393 до 15,94 мл, що в 2 рази перевищує значення контролю. Високоактивні піки займають 11 фракцій, тоді як в контролі 14 фракцій. Піки 7,8 та 10 являються малоактивними, активність яких становить 3,589-5,798 мл вони займають 6 фракцій. Отже, вихід активних амілаз спостерігається в 17 фракціях. Таким чином, вихід амілолітичних ферментів відбувається вже з перших фракцій і триває до кінця елюції. Крім того, зберігається обер-

нено-пропорційна залежність виходу білка і амілолітичних ферментів, хоча й дещо зміщена на 2-3 фракції. Максимальне значення виходу амілаз спостерігається вже в 12 фракції і становить 15,94 мл, що вдвічі менше максимуму контрольної проби, яке спостерігається в 11 фракції. Найнижче значення має 28 фракція (0,439 мл), тоді як в контрольній пробі мінімальне значення амілолітичної активності має 40 фракція (0,113 мл). Отже, молибден у вказаній концентрації сприяє різкому підвищенню синтезу індивідуальних ферментів.

Висновки.

Експериментальні дані показали, що іони важких металів по-різному впливають і на біосинтетичну спроможність штаму. Визначені як оптимальні, так і пригнічуючі концентрації металів. Встановлено, що додавання іонів важких металів в різних концентраціях сприяє підвищенню, як кількісного так і якісного складу синтезованих ензимів. Одержані результати мають як теоретичне, так і практичне значення і можуть

сприяти одержанню біопрепаратів з певними властивостями.

References

1. Pyrog T.P., Penchuk Yu.M. Biochemical basics of microbial synthesis: textbook - K.: Lira-K Publishing House, 2020. - 258 p.
2. J.S. Paul, B.M. Lall b, S.K. Jadhav, Parameter's optimization and kinetics study of α -amylase enzyme of *Bacillus* sp. MB6 isolated from vegetable waste Process Biochemistry Vol. 52, January 2017, Pages 123-129 <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2016.10.005>
3. S.P. Saha, S. Ghosh, D. Mazumdar, Sarbobhouma Ghosha, Dipanwita Ghosha, Mahima Misti Sarkar, Swarnendu Roy, Valorization of banana peel into α -amylase using one factor at a time (OFAT) assisted artificial neural network (ANN) and its partial purification, characterization, and kinetics study, Food Bioscience, Volume 53, June 2023, 102533, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102533>
4. Shynkarenko L.M. Determination of the spectrum of action of the enzyme preparation from *Streptomyces recifensis* var. lyticus 2435/M / L.M. Shinkarenko, L.G. Zholner, T.S. Todosiichuk // Express news: science, technology, production. - 1998. - No. 4. - P. 49.
5. R. Gupta, P. Gigras, H. Mohapatra, V.K. Goswami, B. Chauhan, Microbial α -amylases: a biotechnological perspective, Process Biochemistry Vol. 38, Issue 11, 30 June 2003, Pages 1599-1616, [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(03\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(03)00053-0)
6. Gregirchak N.M., Antonyuk M.M., Butsenko L.M. Immobilized enzymes and cells in biotechnology: Study. manual - K.: NUHT, 2015. - 267 p.
7. Chervakov O.V., Adriyanova M.V. Mathematical modeling and optimization of objects of chemical technology [Text]: synopsis of lectures from the course "Mathematical modeling and optimization of objects of chemical technology"/ Chervakov O.V., Adriyanova M.V.; DVNZ UDHTU. - Dnipropetrovsk, 2016. - 33 p.

Ivchenko Y., Mitina N. (2023)

DYNAMICS OF INFLUENCE OF SOME HEAVY METALS ON THE BIOSYNTHETIC CAPACITY OF *STREPTOMYCES RECEFENSIS* VAR. LYTICUS 2P-15 FOR THE SYNTHESIS OF AMYLOLYTIC ENZYMES.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 55-63.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48290>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.005](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.005)

Abstract. Modern biotechnology of enzymes is a promising and rapidly developing branch of industrial biotechnology, which requires new promising research in the aspect of optimizing the conditions of biosynthesis of enzymes. Modulation of the biosynthetic activity of producer strains allows to significantly increase the economic output of production. The most important factor in increasing efficiency is the composition of the nutrient medium, which can be optimized depending on the needs of the microorganisms. Within the framework of a complex study of the optimization of the composition of the nutrient medium by the simplex method of mathematical modeling, the aim of the work is to study the effect of some heavy metal ions on the biosynthetic capacity of the strain *Streptomyces recefensis* var. lyticus 2P-15. The influence of some heavy metal ions on the biosynthetic capacity of the strain *Streptomyces recefensis* var. lyticus 2P-15 in terms of synthesis of amylolytic enzymes, accumulation of biomass and protein. The object of the study is the strain *Streptomyces recefensis* var. lyticus 2P-15, obtained by three-stage selec-

tion of the producer. The simplex method of selecting the composition of the environment was used for the research. Standard methods for determining biomass and amylolytic activity were used to analyze biosynthetic activity. It was established that adding Co, Mo, and Cd ions at a concentration of 0.00001 and 0.0005 mg/ml inhibits the growth of biomass, but increases the protein content by 13-57%, respectively. It was determined that the addition of Co, Mo, Cd ions in different concentrations helps to increase both the quantitative and qualitative composition of the synthesized enzymes, and the best response was an increase in amylolytic activity by 354% compared to the control. The prospect of further research into the optimization of the biosynthesis of actinomycetes simplex by the method of other aspects of its regulation will increase the biosynthetic capacity of the studied strain, which will positively affect the economic output of the production of amylolytic enzyme preparations by obtaining microbial synthesis.

Keywords: amylolytic enzymes, biosynthetic capacity, mathematical modeling, heavy metal ions, nutrient medium.

ЗБУДНИКИ М'ЯКИХ ГНИЛЕЙ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР РОДУ *DISKEYA*

Ю.В. КОЛОМІЄЦЬ,

професор кафедри екобіотехнології та біорізноманіття

<http://orcid.org/0000-0002-1919-6336>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: julyja12345@gmail.com

Л.М. БУЦЕНКО,

професор кафедри біотехнології і мікробіології

<http://orcid.org/0000-0002-3575-4289>

Національний університет харчових технологій

О.А. ЛІСОВИЙ,

молодший науковий співробітник,

<https://orcid.org/0009-0003-8103-1529>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Я.О. ОЗАДОВСЬКА,

молодший науковий співробітник

<https://orcid.org/0009-0002-3446-0139>

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Значні зміни, що відбуваються останнім часом в агроценозах нашої країни, є викликом для спеціалістів із захисту рослин. Серед інших проблем, привертає увагу зростання кількості та шкідливості бактеріальних хвороб. В зоні особливої уваги знаходяться овочеві культури. Поширення м'яких бактеріальних гнилей при вирощуванні і зберіганні овочів спричинює значні збитки господарствам. Прогнозування поширення та організація заходів контролю збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур вимагає оцінки спектру розповсюджених патогенів. В останні роки серед збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур особливу увагу привертають патогени роду *Diskeya*. Цей патоген раніше виявляли лише у тропіках та субтропіках. Однак в останні роки зростає кількість повідомлень про ураження різних овочевих культур цим фітопатогеном у європейських країнах. Рух патогену на північ також супроводжується збільшенням агресивності збудника та зростанням економічних втрат від ураження м'якими бактеріальними гнилями як за вирощування рослин, так і у період зберігання урожаю.

Метою представленого дослідження є аналіз й узагальнення даних щодо шкідливості, шляхів поширення, ідентифікації і методів контролю збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур роду *Diskeya*. У роботі

використано загальнонаукові (узагальнення, порівняння, системний аналіз) методи. Встановлено, що фітопатогенні бактерії роду *Dickeya* мають значний потенціал для інтродукції на території України. Спричинені представниками цього роду бактеріальні гнилі можуть уражати найбільш важливі для нашої країни овочеві культури: картоплю, моркву, томат. Поширення збудників роду *Dickeya* відбувається з насіннєвим матеріалом, при сільськогосподарських роботах. Для запобігання значним економічним збиткам від цього патогенна необхідно, перш за все, запровадити передпосівний контроль насіннєвого матеріалу.

Ключові слова: бактеріальні хвороби, мокрі гнилі, овочеві культури, фітопатогенні бактерії, *Dickeya*

Вступ.

Бактерії роду *Dickeya* добре відомі як збудники збудники м'яких гнилей різноманітних культур. Цей рід отримав офіційне визнання у 2005 році (Samson R. et al., 2005). Тривалий час фітопатогени цього роду розглядалися як збудники, що уражують рослини в умовах тропічного та субтропічного клімату. В останнє десятиліття це твердження було багато разів переглянуто, а патогени роду *Dickeya* виявлені як агресивні збудники навіть в таких далеких від тропіків країнах як Фінляндія, Канада та Північні регіони США (Degefu Y., 2021, Curland R.D. et al., 2021, Zhou A. et al., 2021). Значного поширення фітопатогени роду *Dickeya* набули і у Європі (Oulghazi S. et al., 2019, Van Vaerenbergh J., 2012, Reverchon S. et al., 2016). Зокрема, у 2005 році вперше в Польщі було виділено *Dickeya solani* з рослини картоплі із ознаками мокрої гнилі стебла. Подальшими дослідженнями встановлено, поширеність у Польщі на картоплі, яка уражена гниллю, *Dickeya dianthicola* та *D. solani*. Разом із тим, із водних джерел, включаючи поверхневі води поблизу картопляних полів і воду з картоплепереробних підприємств та

каналізаційних споруд, виділяють *Dickeya zeae* та *Dickeya chrysanthemi* (Potrykus M. et al., 2016).

Отже, *Dickeya* spp. здійснили успішну інтродукцію у регіони із помірним кліматом у Європі. У цьому регіоні фітопатогени становлять загрозу багатьом культурам, але перш за все, картоплі. Зважаючи на значну шкідливість та з метою реалізації заходів для обмеження поширення патогенів роду *Dickeya* збудника гнилі картоплі *Dickeya dianthicola* внесено до переліку EPPO A2 LIST патогени, що мають обмежене поширення на території Європейського Союзу. Перелік таких організмів в ЕС затверджено Європейською та Середземноморською організацією із захисту рослин (European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) та розміщено на офіційному сайті цієї організації (https://www.eppo.int/ACTIVITIES/quarantine_activities).

Разом із тим інформація щодо поширення збудників роду *Dickeya* на території України відсутня. Відсутні ці фітопатогени і у Переліку регульованих шкідливих організмів (затверджено Наказом Мінагрополітики від 16.07.2019 р. №397 «Про внесення змін до Переліку регульованих шкідливих організмів»). Отже,

не здійснюється контроль наявності цих небезпечних фітопатогенів при завезенні продукції рослинництва на територію України. У наявних дослідженнях з ідентифікації збудників бактеріальних гнилей овочевих культур в Україні у останні роки як збудники ідентифікували представників роду *Pectobacterium* (Nemerytska L. V., 2004; Bohoslavets V. et al., 2020). Однак кількість таких досліджень вкрай мала. Тому достовірно стверджувати, що небезпечні фітопатогени роду *Dickeya*, що успішно освоюють сусідні європейські країни, не проникли на територію нашої країни неможливо. Обізнаність про карантинних шкідників різних країн є важливою для створення методів та заходів боротьби з поширенням нових або уже наявних збудників бактеріальних хвороб.

Метою дослідження є аналіз й узагальнення даних щодо шкідливості, шляхів поширення, методів ідентифікації, контролю збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур роду *Dickeya* та прогнозування можливості інтродукції цих патогенів в Україні.

Матеріали та методи дослідження.

Загальнонаукові (узагальнення, порівняння, системний аналіз). Морфологічні, культуральні та біохімічні властивості виділених культур вивчали загальноприйнятими методами (Patyka V.P. et al., 2017). Матеріалами аналітичного дослідження були дані Європейської та Середземноморської організації з карантину і захисту рослин (<https://gd.eppo.int>), дані наукової літератури.

Результати дослідження та їх обговорення.

Збудники роду *Dickeya* мають широкий спектр хазяїв і можуть інфікувати різні види дводольних і однодольних рослин, включати такі декоративні рослини, як хризантема, гвоздика, жоржина і кала, а також важливі овочеві культури, включаючи картоплю, моркву, томати. Симптомами ураження є некроз стебла, що розповсюджується з материнської бульби, в'янення листків, гниття плодів. Листки рослин в'януть і скручуються з розвитком хвороби і судинна система рослини стає некротизованою. Уражені стебла і плоди набувають темно-бурого забарвлення, розріджуються і розм'якшуються, а через 2–3 доби плоди перетворюються на рідку масу з неприємним запахом.

Таксономічний статус збудників.

Фітопатогенні бактерії, що спричиняють м'які гнилі вегетуючих рослин у регіонах із тропічним і субтропічним кліматом відомі досить давно. Тривалий час ці фітопатогени було об'єднано у вид *Erwinia chrysanthemi* Burkholder et al. 1953. Необхідно визнати, що цей вид був досить поліморфним. Тож, на основі широких біохімічних досліджень науковці розділили *E. chrysanthemi* на шість патоварів: pv. *chrysanthemi*, pv. *dianthicola*, pv. *dieffenbachiae*, pv. *parthenii*, pv. *zeae* і pv. *paradisiaca* (Young J.M. et al., 1978). У 1998 році *E. chrysanthemi* pv. *paradisiaca* була перейменована в *Brenneria paradisiaca* (Hauben L. et al., 1998) на основі послідовностей гена 16S рРНК, тоді як вид *E. chrysanthemi* залишився в одній групі з представниками роду *Pectobacterium*.

Рекласифікація цього виду фітопатогенних бактерій з утворенням нового роду *Dickeya* відбулася у 2005 році (Samson R. et al., 2005). Власне новий рід *Dickeya* є результатом рекласифікації 75 штамів *Pectobacterium chrysanthemi* (включаючи всі біовари та патовари), а також типових штамів *Brenneria paradisiaca* (CFBP 4178T) і *Pectobacterium cypripedii* (CFBP 3613T) методом ДНК-ДНК гібридизації, числової таксономії 121 фенотипової характеристики, серології та філогенетичного аналізу на основі генів 16S рРНК (Samson R. et al., 2005).

З аналізу послідовностей генів 16S рРНК було зроблено висновок, що штам *P. chrysanthemi* та *B. paradisiaca* CFBP 4178T утворюють кладу, відмінну від родів *Pectobacterium* і *Brenneria*; отже, пропонується перевести всі штами до нового роду *Dickeya*. Шляхом гібридизації ДНК-ДНК штами *P. chrysanthemi* були розподілені між шістьма геномними видами: *Dickeya zeae* sp. nov. (type strain CFBP 2052T=NCPPB 2538T), *Dickeya dadantii* sp. nov. (type strain CFBP 1269T=NCPPB 898T), *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. (subdivided into two biovars, bv. *chrysanthemi* and bv. *parthenii*), *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. (type strain CFBP 2051T=NCPPB 2976T), *Dickeya dianthicola* sp. nov. (type strain CFBP 1200T=NCPPB 453T) and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. (табл. 1) (Samson R. et al., 2005). Всі ці види спричиняють м'які гнилі різних видів рослин (табл. 1) та за своїми фенотиповими властивостями досить схожі із представниками роду *Pectobacterium* (табл. 2). Дослідження цієї поліморфної групи збудників ще раз підтвердило хибність використання у таксономії такого критерію як рослина хазяїн.

Привертає увагу, що більшість видів роду *Dickeya* спричиняють ураження картоплі. Саме для цієї культури патогени *Dickeya* становлять найбільшу небезпеку у Європі.

В останні роки таксономія роду *Dickeya* зазнала суттєвого перегляду з додаванням нових видів *Dickeya solani*, *Dickeya aquatica*, *Dickeya fangzhongdai*, *Dickeya lacustris*, *Dickeya undicola*, *Dickeya oryzae*, *Dickeya poaceiphila*, *Dickeya parazeae* (Parkinson N. et al., 2014; Van Der Wolf J.M. et al., 2014; Tian Y. et al., 2016, Hugouvieux-Cotte-Pattat N. et al. 2019, Oulghazi S. et al. 2019, Wang X. et al. 2020, Hugouvieux-Cotte-Pattat N. et al. 2020, Hugouvieux-Cotte-Pattat N. and Van Gijsegem, 2021) (табл. 1). Станом на сьогодні до роду увійшли і непатогенні види *Dickeya lacustris*, *Dickeya undicola*, *Dickeya parazeae*. Усі вони були ізольовані із відкритих водних джерел. Та єдиний вид *Dickeya fangzhongdai*, який є фітопатогенним, але не спричинює м'які гнилі.

D. fangzhongdai, збудник кровоточивого раку груш (Tian Y. et al. 2016), яка є деструктивною бактеріальною хворобою вперше поміченою на грушових деревах Китаю Ін'ї і Сю в 1973 році. Характерні симптоми кровоточивого раку груші включають виділення із пошкодження кори червоного слизу із сильним дріжджовим запахом (Tian Y. et al. 2016). Це єдиний представник роду *Dickeya*, що уражує деревні культури та не спричинює мокру бактеріальну гниль.

Види *D. lacustris*, *D. undicola*, *D. parazeae*, які не є фітопатогенними, завжди виділяли із прісних природних відкритих водойм. Часто поблизу сільськогосподарських угідь. Представники цих видів характеризуються значною подібністю до фітопато-

1. Перелік видів роду *Dickeya*

Вид	Походження виду	Рослини, які уражують
<i>Dickeya zeae</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовари 8 та 3 (окремі штамми)	кукурудза, картопля, ананас, банан, тютюн, рис
<i>Dickeya dadantii</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовар 3 (окремі штамми)	пеларгонія, ананас, картопля, батат, банан, кукурудза, сенполія
<i>Dickeya chrysanthemi</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовари 5 та 6	хризантеми, томати, соняшник
<i>Dickeya dieffenbachiae</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовар 2, <i>Pectobacterium chrysanthemi</i> pv. <i>dieffenbachiae</i>	томати, банани, дифенбахія
<i>Dickeya dianthicola</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовари 1, 7, 9, <i>E. chrysanthemi</i> pv. <i>dianthicola</i> , <i>P. chrysanthemi</i> pv. <i>dianthicola</i>	картопля, томат, цикорій, артишок, жоржина, каланхое
<i>Dickeya paradisiaca</i>	утворено в результаті рекласифікації штамів <i>Erwinia chrysanthemi</i> біовар 4, <i>Erwinia paradisiaca</i> та <i>Brenneria paradisiacal</i>	кукурудза, банани
<i>Dickeya solani</i>	новий вид запроваджено Van Der Wolf J.M. et al., 2014	картопля
<i>Dickeya aquatica</i>	новий вид запроваджено Parkinson N. et al. 2014	не уражує рослини
<i>Dickeya fangzhongdai</i>	новий вид запроваджено Tian Y. et al. 2016	деревні культури
<i>Dickeya lacustris</i>	новий вид запроваджено Hugou-vieux-Cotte-Pattat N. et al. 2019	не уражує рослини
<i>Dickeya undicola</i>	новий вид запроваджено Oulghazi S. et al. 2019	не уражує рослини
<i>Dickeya oryzae</i>	новий вид запроваджено Wang X. et al. 2020	рис
<i>Dickeya poaceiphila</i>	новий вид запроваджено Hugou-vieux-Cotte-Pattat N. et al. 2020	цукрова тростина
<i>Dickeya parazeae</i>	новий вид запроваджено Hugou-vieux-Cotte-Pattat N. and Van Gijsegem 2021	не уражує рослини

генних видів. Виділення цих бактерій загострило дискусію щодо значення води, зокрема, води для поливу у перенесенні бактеріальної інфекції.

Симптоми ураження та шкодочинність.

Найбільшу небезпеку станов-

лять види, які спричинюють м'які бактеріальні гнилі. Якщо раніше ці фітопатогенні бактерії вважали небезпечними лише у країнах із теплим кліматом, то виявлення їх на картопляних полях Європи змусило переглянути стратегії контролю цих патогенів. Станом на сьогодні види

роду *Dickeya* виявлені у переважній більшості Європейських країн. Нам нашу думку цьому сприяла як зміна кліматичних умов, так і інтенсивна торгівля. Лише збудника гнилі картоплі *Dickeya dianthicola* внесено до переліку EPPO A2 LIST патогени, що мають обмежене поширення на території Європейського Союзу (рис. 1).

Однак в Ізраїлі види роду *Dickeya* вважають карантинними організмами (Tsror L. et al., 2009). У Шотландії, яка є регіоном, що постачає до 99% насіннєвої картоплі на ринок Європи, у 2010 році було прийнято унікальне рішення запровадити нульову толерантність до всіх видів *Dickeya* на картоплі в рамках схеми класифікації насіннєвої картоплі (The Seed Potatoes (Scotland) Amendment Regulations, 2010). Це дозволило посилити контроль над циркуляцією збудника та гарантувати якість і безпечність насіннєвого матеріалу, який виробляють у господарствах цієї країни.

Загальні симптоми інфікування пектинолітичними бактеріями роду *Dickeya* характеризуються швидкою дезорганізацією паренхіматозних тканин атакованих рослин. Патогенність *Dickeya* в основному пов'язана з ферментами деградації клітинних стінок – пектацілазами (Tsror L. et al., 2011).

Чорна ніжка (м'яка гниль) – одна з найбільш шкідливих бактеріальних хвороб картоплі, зустрічається повсюдно і проявляється у вигляді некрозу прикореневої частини стебел рослин і м'якої гнилі посадкових бульб або бульб, які зберігаються. Хвороба поширена в усіх зонах вирощування картоплі. Спричинює деградацію стебла рослин і мокру гниль коренеплідів. Розвиток захворювання призводить до розрідження посадок, зниження продуктивності,

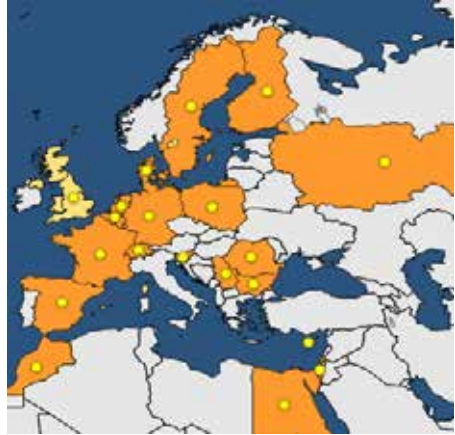


Рис. 1. Поширення *Dickeya dianthicola* на Європейському континенті (за даними EPPO database <https://gd.eppo.int/taxon/ERWICD/distribution>)

погіршення насіннєвих якостей і товарності бульб при зберіганні. Недобір урожаю, в залежності від погодних умов і агресивності патогена, може коливатися від 1-2 до 50-75 %. Ураження 5 % рослин в період вегетації призводить до втрати 20 % і більше бульб в період зберігання.

Головною відмінністю бактерій роду *Dickeya* від грибних збудників є зростання агресивності при підвищеній температурі, здатність швидко розповсюджуватися по судинній системі рослини і зберігатися в латентному стані в період зберігання бульб при низькій температурі. Симптоми, що спричинюються *D. solani*, дуже схожі на кільцеву (збудник *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*) або буру гниль картоплі (збудник *Ralstonia solanacearum*).

Симптоми на зелених частинах рослин, які найчастіше пов'язані з

D. dianthicola, виникають за теплих сухих умов вирощування. Пер-

шим симптомом є в'янення верхнього листа з подальшим висиханням по краях і, зрештою, всього листа. Ці симптоми згодом поширюються на нижнє листя, а в деяких випадках засихає вся рослина або стебло. Судинні тканини стебла забарвлюються в коричневий колір від основи вгору та інколи призводять до некрозу та порожнення стебла. Зовні стебла зазвичай залишаються зеленими до повного всихання листа. Симптоми зазвичай вперше з'являються, коли температура повітря перевищує 25 °С. Навпаки, перша поява симптомів чорної ніжки, викликаной *P.*

atrosepticum, зазвичай відбувається на початку сезону, коли температура повітря нижче 25 °С. *D. dianthicola* також може викликати значні ураження насінневих бульб та за сильного ураження повністю пригнічувати схожість рослин.

D. dadantii – ще один поширений у Європі вид, що спричиняє м'яку гниль, в'янення стебла та фітофтороз на широкому спектрі економічно важливих культур, включаючи картоплю, моркву та капусту. Інфекція, спричинена *D. dadantii*, може проявлятися в багатьох органах, таких як бульби, стебла, листя та квіти, ви-

2. Фізіолого-морфологічні характеристики бактеріальних збудників м'яких гнилей

	<i>Dickeya</i>	<i>Pectobacterium</i>
Розмір колоній	2–4 мм	2–4 мм
Форма	Кругла	Кругла
Колір	Світло-сірі	Сірувато-білі
Пігмент в середовищі	Не утворюють	Не утворюють
Краї	Хвилясті	Хвилясті
Консистенція	Щільна	Щільна
Прозорість	Прозорі, напівпрозорі	Прозорі, напівпрозорі
Поверхня	Рівна блискуча	Рівна блискуча
Форма клітин	Палички	Палички
Утворення спор	Не утворюють	Не утворюють
Рухливість	Рухливі за допомогою перетріхіально розташованих джгутиків	Рухливі за допомогою перетріхіально розташованих джгутиків
Фарбування за Грамом	Грамнегативні	Грамнегативні
Відношення до кисню	Факультативний анаероб	Факультативний анаероб
Каталаза	Утворюють	Утворюють
Оксидаза	Негативна	Негативна
Пектацтілаза	Утворюють	Утворюють
Желатиназа	Утворюють	Утворюють
Лецитиназа	Утворюють	Не утворюють
Утворення індолу	Утворюють	Не утворюють
Ріст на середовищі з 5% NaCl	Не ростуть	Ростуть

кликаючи локалізовані симптоми. За сприятливих умов, таких як висока температура (35°C) і вологість (100% відносна вологість), збудник може далі поширюватися через тканини ксилеми та викликати системні симптоми в'янення (Soleimani-Delfan A. et al., 2015; Tsrer L. et al., 2009). Окрім шкоди в полі, інфекції, спричинені *D. dadantii*, також можуть призвести до економічно значних втрат у післязбиральному зберіганні (Curland R.D. et al., 2021; Osdaghi E., 2022).

Шляхи поширення збудників.

Фактори, що сприяють розвитку хвороби картоплі, спричиненої видами *Dickeya*, що є збудниками мокрої гнилі, загалом подібні до *P. atrosepticum* і включають пошкодження та відсутність чистоти під час сортування плодів, поганий дренаж ґрунту, підвищення рівня збудника на насінневих бульбах, надмірне зрошення, вологу весняну погоду, пошкодження під час збору врожаю та відсутність належної вентиляції під час зберігання. Однак існують фактори, які можуть по-різному впливати на розвиток хвороби між *Dickeya* spp. та *P. atrosepticum* (або навіть між видами *Dickeya*). До них відносяться рівень інокулята, сприйнятливість сорту, швидкість міграції через судинну систему рослин, температура та відносна агресивність. На жаль, є мало опублікованої інформації про ці фактори, і їх роль у сприянні розвитку захворювання здебільшого невідома.

Відомо, що *Dickeya* spp. зимують на бур'янах і численних сільськогосподарських і декоративних рослинах-хазяїнах. Як і *Pectobacterium*, *Dickeya* досить часто поширюється людиною під час збору врожаю. При цьому збудник може поширюватися

від заражених стебел і бульб до раніше незаражених бульб. Поширені безсимптомні інвазії, тому візуально оцінити партії насіннєвої картоплі на предмет ризику зараження *Dickeya* spp. неможливо.

Було кілька повідомлень про виявлення *E. chrysanthemi* у поверхневих водах, хоча відповідні види роду *Dickeya* у воді виявлено не було. У стерильній воді було показано, що *E. chrysanthemi* виживає принаймні 211 діб при 16°C (Tsrer L. et al., 2009). Виявили значні відмінності в рівнях виживання *E. chrysanthemi* у стерильній воді, починаючи від 7 діб у водопровідній воді, 21 доби у воді з канами, 49 діб у фосфатно-сольовому буфері до понад 154 діб у воді, взятій із дощового басейну.

Загалом відсутні дані, які підтверджують, що збудник може вільно зимувати в ґрунті. Повідомлялося, що максимальний період виживання *Dickeya* spp. В ґрунті становить 12 місяців для горщикових середовищ у теплицях, тоді як дослідження в Італії показали, що ізоляти *Dickeya* не можуть виживати в ґрунті, вільному від рослин, більше 6 місяців (Tsrer L. et al., 2009).

Ідентифікація та заходи контролю збудників роду *Dickeya*.

Ідентифікація збудників мокрої бактеріальної гнилі непросто завдання зважаючи на схожість фізіолого-біохімічних властивостей бактерій родів *Dickeya* та *Pectobacterium* (табл. 2).

Найчастіше для ідентифікації збудників цієї групи використовують молекулярні методи, зокрема, ПЛР із специфічними праймерами. Такі праймери зазвичай спрямовані на виявлення генів, які пов'язані із

3. Праймери для ідентифікації збудників бактеріальних м'яких гнилей (Ma X. et al., 2018)

Рід фітопатогенних бактерій	Назва праймерів	Дизайн праймерів (5'→3')
<i>Pectobacterium</i>	Y45	TCA CCG GAC GCC GAA CTG TGG CGT
	Y46	TCG CCA ACG TTC AGC AGA ACA AGT
<i>Dickeya</i>	ADE1	GAT CAG AAA GCC CGC AGC CAG AT
	ADE2	CTG TGG CCG ATC AGG ATGGTT TTG TCG TGC

вірулентними властивостями фітопатогенних бактерій. Наприклад, для виявлення бактерій роду використовують специфічні до генів синтезу пектагліази у цього роду бактерій праймери ADE1, ADE2 (табл. 3). Дуже ефективним для ідентифікації фітопатогенних бактерій родів *Dickeya* та *Pectobacterium* є метод матричної лазерної десорбції/іонізації часпролітної мас-спектрометрії (MALDI-TOF MS) (Šalplachta J. et al., 2015).

Збудники бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур є класичними патогенами, які поширюються з насіннєвим матеріалом. Саме тому заходи контролю спрямовують перш за все на недопущення передачі збудника із насіннєвими бульбами як між господарствами (між регіонами вирощування), так і в межах одного господарства. Відсутність належного контролю за насіннєвим матеріалом призводить до зростання ураження бульб збудниками та виникнення епіфітотійних спалахів за сприятливих для розвитку фітопатогенних бактерій умов. В Україні, як і більшості країн світу, відсутні обов'язкові вимоги до контролю посадкового матеріалу картоплі на наявність бактерій роду *Dickeya*. Дотримання заходів, що унеможливають циркуляцію збудника у регіоні на сьогодні є питанням сумнівності виробника.

Висновки та перспективи.

Фітопатогенні бактерії бактерій роду *Dickeya* становлять небезпеку при вирощуванні картоплі на території України та за відсутності належної уваги з боку агрономів та фітопатологів можуть спричинювати економічно відчутні втрати врожаю цієї культури. Найважливішим заходом контролю збудників роду *Dickeya* є своєчасне виявлення фітопатогену на насіннєвому матеріалі.

References

1. Mansfield J., Genin S., Magori S., Citovsky V., Sriariyanum M., Ronald P., Dow M., Verdier V., Beer S.V., Machado M.A., Toth I., Salmond G., Foster G.D. Top 10 plant pathogenic bacteria in molecular plant pathology. Mol Plant Pathol. 2012; 13(6):614-29. doi: 10.1111/j.1364-3703.2012.00804.x.

2. Samson R., Legendre J.B., Christen R., Saux M.F., Achouak W., Gardan L. Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder et al. 1953) Brenner et al. 1973 and Brenneria paradisica to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. and *Dickeya paradisica* comb. nov. and delimitation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zeae* sp. nov. Int J Syst Evol Microbiol. 2005; 55(4):1415-1427. doi: 10.1099/ij.s.0.02791-

0. PMID: 16014461.
3. Degefu Y. Co-occurrence of latent *Dickeya* and *Pectobacterium* species in potato seed tuber samples from northern Finland. *Agricultural and Food Science*, 2021; 30. DOI:10.23986/AFSCI.101446
4. Curland R.D., Mainello A., Perry K.L., Hao J., Charkowski A.O., Bull C.T., McNally R.R., Johnson S.B., Rosenzweig N., Secor G.A., et al. Species of *Dickeya* and *Pectobacterium* Isolated during an Outbreak of Blackleg and Soft Rot of Potato in Northeastern and North Central United States. *Microorganisms*. 2021; 9(8):1733. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081733>
5. Zhou A., Nie J., Tian Y., Chuan J., Hu B., Zou J., Li X. First Report of *Dickeya fangzhongdai* causing soft rot in Orchids in Canada. *Plant Dis.* 2021; 23. doi: 10.1094/PDIS-04-21-0771-PDN.
6. Oulghazi S., Pédrón J., Cigna J., Lau Y.Y., Moumni M., Van Gijsegem F., Chan K.G., Faure D. *Dickeya undicola* sp. nov., a novel species for pectinolytic isolates from surface waters in Europe and Asia. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2019; 69(8):2440-2444. doi: 10.1099/ijsem.0.003497.
7. Van Vaerenbergh J., Baeyen S., De Vos P., Maes M. Sequence diversity in the *Dickeya* *flhC* gene: phylogeny of the *Dickeya* genus and TaqMan® PCR for '*D. solani*', new biovar 3 variant on potato in Europe. *PLoS One*. 2012; 7(5):e35738. doi: 10.1371/journal.pone.0035738.
8. Reverchon S., Muskhelishvili G., Nasser W. Virulence Program of a Bacterial Plant Pathogen: The *Dickeya* Model. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2016; 142:51-92. doi: 10.1016/bs.pmbts.2016.05.005.
9. Potrykus M., Golanowska M., Sledz W., Zolédowska S., Motyka A., Kolodziejska A., Butrymowicz J., Lojkowska E. Biodiversity of *Dickeya* spp. isolated from potato plants and water sources in temperate climate. *Plant Dis.* 2016; 100:408-417. doi:10.1094/PDIS-04-15-0439-RE
10. Nemerytska L.V. Varieties of mixed rots. *Quarantine and plant protection.* 2004; 8:22.
11. Bohoslavets V., Kolomiets Yu., Butsenko L., Bohdan Yu. Bacterial rot of tomatoes when in a protected ground. *Biological systems: theory and innovation.* 2020; 11(3):52-62. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2020.03.006>
12. Patyka V.P., Pasichnyk L.A., Gvozdyak R.I., Petrychenko V.F., Korniyshuk O.V., Butsenko L.M. Phytopathogenic bacteria. *Research methods. Volume. 2. According to the ed. V.P. Sticks Vinnytsia: "Windruk";* 2017. 432 p.
13. Young J.M., Dye D.W., Bradbury J.F., Panagopoulos C.G., Robbs C.F. A proposed nomenclature and classification for plant-pathogenic bacteria. *New Zealand Journal of Agricultural Research.* 1978; 21:153–177. doi: 10.1080/00288233.1978.10427397
14. Hauben L., Moore E. R. B., Vauterin L., Steenackers M., Mergaert J., Verdonck L., Swings J. Phylogenetic position of phytopathogens within the Enterobacteriaceae. *Syst Appl Microbiol.* 1998; 21:384–397. doi: 10.1016/S0723-2020(98)80048-9.
15. Tian Y., Zhao Y., Yuan X., Yi J., Fan J., Xu Z. *Dickeya fangzhongdai* sp. nov., a plant-pathogenic bacterium isolated from pear trees (*Pyrus pyrifolia*). *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2016; 66:2831–2835. doi: 10.1099/ijsem.0.001060.
16. Van Der Wolf J.M., Nijhuis E.H., Kowalewska M.J., Saddler G.S., Parkinson N., Elphinstone J. G. *Dickeya solani* sp. nov., a pectinolytic plant-pathogenic bacterium isolated from potato (*Solanum tuberosum*). *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2014; 64:768–774. doi: 10.1099/ijms.0.052944-0.
17. Parkinson N., DeVos P., Pirhonen M., Elphinstone J. *Dickeya aquatica* sp. nov., isolated from waterways. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2014; 64: 2264–2266. doi: 10.1099/ijms.0.058693-0.
18. Hugouvieux-Cotte-Pattat N., Jacot-des-Combes C., Briolay J. *Dickeya lacustris* sp.

- nov., a water-living pectinolytic bacterium isolated from lakes in France. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2019; 69(3):721-726. doi: 10.1099/ijsem.0.003208.
19. Wang X., He S.W., Guo H.B., Han J.G., Thin K.K., Gao J.S., Wang Y., Zhang X.X.. *Dickeya oryzae* sp. nov., isolated from the roots of rice. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2020; 70(7):4171-4178. doi: 10.1099/ijsem.0.004265.
20. Hugouvieux-Cotte-Pattat N., Van Gijsegem F. Diversity within the *Dickeya zeae* complex, identification of *Dickeya zeae* and *Dickeya oryzae* members, proposal of the novel species *Dickeya parazeae* sp. nov. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2021; 71(11). doi: 10.1099/ijsem.0.005059.
21. Hugouvieux-Cotte-Pattat N., Brochier-Armanet C., Flandrois J.P., Reverchon S. *Dickeya poaceiphila* sp. nov., a plant-pathogenic bacterium isolated from sugar cane (*Saccharum officinarum*). *Int J Syst Evol Microbiol.* 2020; 70(8):4508-4514. doi: 10.1099/ijsem.0.004306.
22. Oulghazi S., Pédrón J., Cigna J., Lau Y.Y., Moumni M., Van Gijsegem F., Chan K.G., Faure D. *Dickeya undicola* sp. nov., a novel species for pectinolytic isolates from surface waters in Europe and Asia. *Int J Syst Evol Microbiol.* 2019; 69(8):2440-2444. doi: 10.1099/ijsem.0.003497.
23. Toth I.K., Van Der Wolf J.M., Saddler G., Łojkowska E., Hélias V., Pirhonen M., Elphinstone J.G. *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe. *Plant pathology.* 2011; 60(3):385-399. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2011.02427.x>
24. Tsror L., Erlich O., Lebiush S. Assessment of recent outbreaks of *Dickeya* sp. (syn. *Erwinia chrysanthemi*) slow wilt in potato crops in Israel. *European Journal of Plant Pathology.* 2009; 123:311–20. doi:10.1007/s10658-008-9368-0
25. Adeolu M., Alnajjar S., Naushad S., Gupta R.S. Genome-based phylogeny and taxonomy of the 'Enterobacteriales': proposal for Enterobacterales ord. nov. divided into the families Enterobacteriaceae, Erwiniaceae fam. nov., Pectobacteriaceae fam. nov. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2016; 66: 5575–5599. doi: 10.1099/ijsem.0.001485
26. Soleimani-Delfan A., Etemadifar Z., Emthiaz G., Bouzari M. Isolation of *Dickeya dadantii* strains from potato disease and biocontrol by their bacteriophages. *Braz J Microbiol.* 2015; 46(3):791-7. doi: 10.1590/S1517-838246320140498.
27. Osdaghi E. '*Dickeya solani* (black leg disease of potato)', CABI Compendium. CABI International. 2022. doi: 10.1079/cabicompendium.120278
28. Šalplachta J., Kubesová A., Horký J., Matoušková H., Tesařová M., Horká M.. Characterization of *Dickeya* and *Pectobacterium* species by capillary electrophoretic techniques and MALDI-TOF MS. *Anal Bioanal Chem.* 2015; 407:7625–7635. doi:10.1007/s00216-015-8920-y
29. Ma X., Schloop A., Swingle B., Perry K.L. *Pectobacterium* and *Dickeya* Responsible for Potato Blackleg Disease in New York State in 2016. *Plant Dis.* 2018 Sep;102(9):1834-1840. doi: 10.1094/PDIS-10-17-1595-RE.

Kolomiets Yu., Butsenko L., Lisovy O., Ozadovska I. (2023).

CAUSES OF SOFT ROTS OF VEGETABLE CROPS OF THE DICKEYA GENUS

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 64-75.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48301>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.006)

Abstract. The significant changes taking place recently in the agrocenoses of our country are quite a challenge for specialists in plant protection. Among other problems, attention is

*drawn to the increase in the number and harmfulness of bacterial diseases. Vegetable crops are in the area of special attention. The spread of soft bacterial rot during the cultivation and storage of vegetables causes significant losses to farms. Forecasting the spread and organization of measures to control pathogens of bacterial soft rots of vegetable crops requires an assessment of the spectrum of widespread pathogens. In recent years, pathogens of the genus *Dickeya* have attracted special attention among the causative agents of bacterial soft rots of vegetable crops. This pathogen was previously found only in the tropics and subtropics. However, in recent years, the number of reports on damage to various vegetable crops by this phytopathogen in European countries has been increasing. The movement of the pathogen to the north is also accompanied by an increase in the aggressiveness of the pathogen and an increase in economic losses from damage by soft bacterial rot both during the cultivation of plants and during the period of crop storage.*

*The purpose of the presented research is to analyze and summarize data on the harmfulness, ways of spreading, identification and control methods of pathogens of bacterial soft rots of vegetable crops of the genus *Dickeya*. The work uses general scientific (generalization, comparison, system analysis) methods. It was established that phytopathogenic bacteria of the genus *Dickeya* have a significant potential for introduction on the territory of Ukraine. Bacterial rot caused by representatives of this genus can affect the most important vegetable crops for our country: potatoes, carrots, tomatoes. The spread of pathogens of the genus *Dickeya* occurs with seed material during agricultural work. To prevent significant economic losses from this pathogen, it is necessary, first of all, to introduce pre-sowing control of seed material.*

Key words: *bacterial diseases, wet rot, vegetable crops, phytopathogenic bacteria, *Dickeya*.*

ІДЕНТИФІКАЦІЯ МІКОПЛАЗМОВОЇ КОНТАМІНАЦІЇ У КУЛЬТУРІ КЛІТИН

Т.А. ТКАЧЕНКО,

кандидат біологічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: tttkach82@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7590-8879>

М.І. КОКОВІН,

студент ОС «Магістр»

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: maxim.kokovin@gmail.com

П.Ю. ДРОЗД,

кандидат історичних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: petro.drozd@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1939-2967>

С.В. ПРИЛУЦЬКА,

доктор біологічних наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: psvit_1977@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5280-8341>

Анотація. Мікоплазми - найменші та найпростіші прокаріоти, які локалізуються в ендосомах клітин ссавців та є досить поширеними забруднювачами клітинних культур. У роботі нами було ідентифіковано мікоплазмову інфекцію в клітинній культурі лінії BR раку молочної залози людини методом фазово-контрастної і флуоресцентної мікроскопії з фарбуванням 4,6-діамідино-2-феніліндолом (DAPI), який має афінність до ДНК ядра. Інфіковані мікоплазмою клітини раку молочної залози мають підвищену гранулярність (фазово-контрастна мікроскопія), а за використання флуоресцентної мікроскопії, ДНК мікоплазм виглядає як флуоресценціючі плями, що сконцентровані в цитоплазмі інфікованих клітин та поза ними. Показано, що мікоплазмове забруднення не впливає на кількість пухлинних клітин у культурі, проте, імовірно, може впливати на перебіг їх фізіолого-біохімічних функцій. Для лікування мікоплазмової інфекції у культурі клітин було застосовано два антибіотики: тіамулін (група макролідів) і міноциклін (група тетрациклінів) в концентрації 5 мМ кожного. Ефективність комбінованої антибіотикотерапії мікоплазм була

підтверджена мікроскопічним методом. Запропонована схема деконтамінації культури клітин раку молочної залози комбінованими антибіотиками дозволяє повністю знищити мікоплазмову інфекцію у культивованих клітинах.

Ключові слова: культура клітин, мікоплазма, контамінація, ідентифікація.

Вступ.

Контамінація мікоплазмами становить значну проблему в роботі з культурами клітин різного гістогенезу через їх малий розмір та швидку інвазивність, що утруднює ідентифікацію та елімінацію (Jung H. et al., 2003; Lawson-Ferreira R. et al., 2021; Uphoff C.C. et al., 2014; Uphoff C.C. et al., 1992). Основні джерела мікоплазмозного забруднення є різноманітні за природою та походженням, починаючи від персоналу і закінчуючи матеріалами та обладнанням, що використовуються при роботі з культурами клітин, тому дослідження методів боротьби з мікоплазмозною контамінацією у культурі клітин різного гістогенезу є наразі досить актуальним (Coté R., 2001; Ligasová A. et al., 2019; Nikfarjam L. et al., 2012; Yin Z.F. et al., 2019).

Культури клітин різного походження інтенсивно використовуються у сучасних наукових і діагностичних дослідженнях та клітинній біології (Carthew J. et al., 2021; Regent F. et al., 2019; Work T.S. et al., 1980), при біотехнологічному виробництві вакцин і біологічно активних речовин (Work T.S. et al., 1980), для підтримки генофонду рідкісних і вимираючих видів тварин і рослин (Fay M.F., 1992), для тераностики спадкових захворювань (McNerney M.P. et al., 2021)[11], є об'єктами для скринінгу біологічної активності нових хімічних сполук з фармацевтичними властивостями тощо (Peng W. et al., 2017).

Загрозою для ведення клітин у культурі *in vitro* є контамінація чужорідними мікроорганізмами, які впливають на результати досліджень, ускладнюють оцінку та порівняння результатів, а також на біологічні властивості клітин (Cando-Dumancela C. et al., 2021; Uphoff C.C. et al., 2014). Таке біологічне зараження у культурі клітин переважно виникає внаслідок неналежних асептичних умов проведення досліджень *in vitro*. Найбільш поширеними біологічними забруднювачами є бактерії, грибки, віруси та мікоплазми (Coté R., 2001; Timenetsky J. et al., 2006).

Мікоплазми – це рід мікробактерій розміром близько 0,2 мкм, для яких характерна відсутність клітинної мембрани, паразитування на різних видах тварин і рослин, а також їх клітинах (Ahangaran S. et al., 2019; Jung H. et al., 2003; Nikfarjam L. et al., 2012; Pastore M. et al., 1995). Через відсутність клітинної стінки мікоплазми набувають резистентності до дії антибіотиків та антибактеріальних препаратів, зокрема пеніциліну та стрептоміцину (Doyle M. et al., 2020; Uphoff C.C. et al., 2012; Uphoff C.C. et al., 1992; Uphoff C.C. et al., 2002). Мікоплазма впливає на фенотипові та функціональні характеристики клітин *in vitro*, зокрема обумовлюючи хромосомні аберації, порушення синтезу нуклеїнових кислот, зміни антигенності мембран, інгібування клітинної проліферації та метаболізму, зниження швидкості трансфекції, зміни у профілях експресії генів

і загибель клітин (Yin Z.F. et al., 2019; Young L. et al., 2010; Yu T. et al., 2016).

Наразі не існує ефективного та адаптованого методу ерадикації мікоплазм. Найбільш поширеними є фізичні (автоклавування), хімічні (обробка детергентами), імунологічні (використання специфічних антисироваток) та хіміотерапевтичні (антибіотики) методи боротьби з мікоплазмозом у клітинних культурах (Borup-Christensen P. et al., 1988; Coté R., 2001; Doyle M. et al., 2020; Jung H. et al., 2003; Nikfarjam L. et al., 2012; Uphoff C.C. et al., 2014).

Найбільш дієвим методом елімінації мікоплазм є введення у культуральне середовище інкубування клітин антибіотиків, ефективність дії яких може становити від 66 до 85% (Jung H. et al., 2003; Uphoff C.C. et al., 2012). Для лікування інфікованих мікоплазмозом клітин широко використовують такі антибіотики як хінолони, тетрацикліни та макроліди. Тетрацикліни і макроліди діють за рахунок блокування синтезу білка, гальмуючи процес трансляції в рибосомах, а хінолони пригнічують реплікацію ДНК мікоплазми. Доведено, що ефективним є використання кількох антибіотиків з різними механізмами бактерицидної дії (плазмацин) (Borup-Christensen P. et al., 1988; Doyle M. et al., 2020; Uphoff C.C. et al., 2012; Uphoff C.C. et al., 2002). Використання антибіотиків може супроводжуватись цитотоксичною дією та зниженням життєздатності хронічно інфікованих клітин у культурі, проте зазвичай не викликає постійних змін еукаріотичних клітин (Uphoff C.C. et al., 2002).

Необхідною умовою боротьби з мікоплазмозом у клітинних культурах є проведення регулярного контролю і перевірки клітин, та у випадку їх за-

бруднення – негайної ідентифікації й лікування (Timenetsky J. et al., 2006; Uphoff C.C. et al., 2013). Для визначення повторної мікоплазмозової контамінації в клітинних культурах, слід провести якісний тест на мікоплазму. Клітини повторно перевіряються у культуральному середовищі, що не містить антибіотиків, принаймні через чотири-шість пересівів.

Метою дослідження було ідентифікувати мікоплазмозове забруднення у культурі клітин раку молочної залози людини та з'ясувати ефективність комплексного використання антибіотиків різних груп для лікування уражених клітин

Матеріали і методи дослідження.

Культигування клітин. У роботі було використано лінію клітин BR раку молочної залози людини. Клітини культивували у середовищі DMEM (Dulbecco's Modified Eagle's Medium - high glucose, Sigma, США) за присутності 10 % ембріональної телячої сироватки (ETC), 2 мМ L-глутаміну в зволоженій атмосфері з 5 % CO₂ при 37 °C. Клітини пересівали через кожні 72 год шляхом розведення клітин у культуральному середовищі у співвідношенні 1:5. Обробку трипсином (1:10 в фосфатно-сольовому буфері) використовували для субстрат-залежних клітин.

До суспензії уражених клітин одразу вносили два антибіотики: тіаμουлін (група макролідів) і міноциклін (група тетрациклінів). Концентрація антибіотиків в середовищі становила 5 мМ тіаμουліну і 5 мМ міноцикліну.

Вживаність клітин. Кількість живих/мертвих клітин підраховували

у камері Горяєва за допомогою світлового мікроскопу Olympus „СКХ 41SF” (Японія) з використанням 0,4 % розчину вітального барвника трипанового синього, який зафарбовує в синій колір мертві клітини з пошкодженою мембраною, тоді як живі клітини залишаються незабарвленими (Strober W., 2015). Морфологічні ознаки клітин оцінювали візуально за використання фазово-контрастної мікроскопії.

Фарбування клітин барвником DAPI та флуоресцентна мікроскопія. Клітини (100×10^3 на лунку) висівали у 6-ти лунковий планшет (GreinerBioOne, ФРН) на скельця у культуральному середовищі, яке містило 10 % ЕТС. Через 24 години клітини двічі промивали у PBS (pH 7,4), фіксували (100 мкл формаліну, 10 мкл Triton X-100 на пробу) упродовж 15 хв за кімнатної температури, фарбували барвником DAPI (4',6-діаміно-2-феніліндол) у кінцевій концентрації 1 % упродовж 5 хв та знову двічі промивали у PBS (pH 7,4). На предметне скло з клітинами та покривне скло наносили спеціальне середовище GelMount (Sigma, США) для тривалого збереження флуоресценції. Цитоморфологічне дослідження проводили з використанням флуоресцентного мікроскопу Carl Zeiss AxioImager A1 (Carl Zeiss, Gottingen, ФРН) та зразки фотографували цифровою фотокамерою (Canon, Японія).

Статистична обробка отриманих результатів дослідження. Статистичну обробку результатів досліджень проводили загальноприйнятими методами варіаційної статистики, зокрема за допомогою t-тесту, одно- та двофакторного дисперсійного аналізу (one-/two-way ANOVA). Відмінність показників при значеннях $p \leq 0,05$

вважалась статистично значущою (Prylutskyi Yu.I. et al., 2017). Досліди проводили мінімум у трьох паралелях у кожному з варіантів. Побудову графіків та обробку даних здійснювали за допомогою програм Microsoft Excel 2010 та GraphPad Prism 7. Отримані результати наведені у вигляді середнього арифметичного значення та середньоквадратичного відхилення ($M \pm SD$).

Результати дослідження та їх обговорення.

Мікоплазми у культурах клітин можна виявити після фарбування флуоресцентним барвником, зокрема DAPI (4',6-діаміно-2-феніліндол), який зв'язується з ДНК ядра (Coté R., 2001). Оскільки мікоплазми містять ДНК, відповідно після фарбування афінним до ядра флуоресцентним барвником, можна візуалізувати невеликі точкові сигнали флуоресценції, які можуть концентруватися всередині/на поверхні клітини, а також у культуральному середовищі (Borup-Christensen P. et al., 1988). Тому, флуоресцентна мікроскопія за використання ядерно-афінних барвників, таких як DAPI, є ефективним методом ідентифікації мікоплазм у культурі клітин.

Клітини BR (рис. 1) до (1-2) та після (3-4) комбінованої обробки антибіотиками 5 мМ тіамуліну і 5 мМ міноцикліну культивували на предметних скельцях, після чого забарвлювали 1 мкг/мл DAPI в метанолі та досліджували за допомогою фазово-контрастної (1 і 3) та флуоресцентної (2 і 4) мікроскопії при 400-кратному збільшенні.

Зображення фазово-контрастної мікроскопії (рис. 1) клітин BR показа-

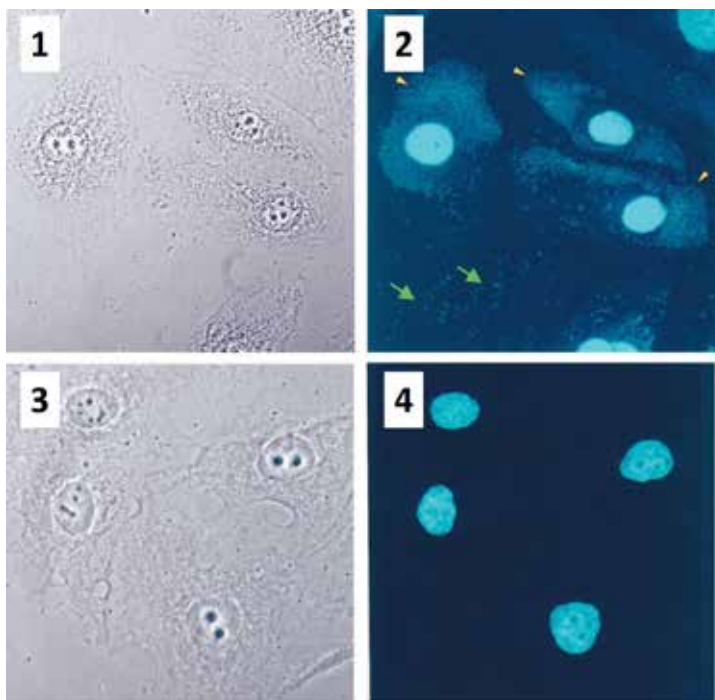


Рис. 1. Зображення інфікованих мікоплазмою клітин BR за допомогою фазово-контрастної (1 і 3) та флуоресцентної (2 і 4) мікроскопії після фарбування DAPI: (1 і 2) – клітини до обробки, (3 і 4) клітини після обробки антибіотиками

ли, що інфіковані мікоплазмою клітини (1) мають щільнішу та підвищену гранулярність, порівняно з неінфікованими клітинами. На зображеннях флуоресцентної мікроскопії (рис. 1 (1)) - жовті стрілки ДНК мікоплазм має вигляд флуоресценціюючих плям, що сконцентровані в цитоплазмі інфікованих клітин. Зеленими стрілками на рис. 1 (1) позначено вивільнення мікоплазми з клітин хазяїна. Уражені мікоплазмою клітини BR характеризувалися низькою мітотичною активністю.

Нами також було оцінено кількість життєздатних клітин BR в здоровій та інфікованій мікоплазмами культурі з використанням вітального барвника трипанового синього. Встановлено,

що кількість життєздатних здорових і заражених мікоплазмою клітин в культурі через 24, 48 та 72 год інкубації суттєво не відрізнялась (табл. 1).

Тобто, отримані результати свідчать, що мікоплазмове забруднення не впливає на кількість пухлинних клітин у культурі, однак може впливати на перебіг фізіолого-біохімічних функцій (Coté R., 2001; Uphoff C.C. et al., 2014; Uphoff C.C. et al., 2012), що потребує подальших досліджень.

Контрольні дослідження інфікованих мікоплазмою клітин BR після комбінованої обробки антибіотиками тіаmulін і міноциклін в концентрації 5 мМ кожного за використання фазово-контрастної і флуоресцентної мікроскопії та барвником DAPI (рис.1

1. Виживаність клітин BR (% від контролю) після інкубації за використання 0,4 % трипанового синього (M±m, n=5)

Клітини	Терміни інкубації		
	24 год	48 год	72 год
BR (здорові)	100,0±9,4	100,0±9,8	100,0±9,6
BR (інфіковані)	96,0±8,9	90,0±8,9	82,0±7,9

(3,4)) свідчить про повне знешкодження мікоплазмової інфекції в культурі клітин. Слід зазначити, що введення комбінації цих антибіотиків в культуральне середовище на мало впливу на показник виживаності інфікованих мікоплазмою клітин BR.

Висновки та перспективи.

Для ефективного запобігання контамінації мікоплазмами в культурах клітин різного гістогенезу важливим є суворе дотримання асептичних умов, що включає в себе дотримання протоколів підтримки чистоти, стерилізації обладнання та поверхонь, а також мінімізацію утворення аерозолів, які слугують основним шляхом розповсюдження мікоплазми. Як ефективний спосіб деконтамінації за умов *in vitro* пропонується використання комбінації антибіотиків тіамулін і міноциклін, які ефективно знешкоджують мікоплазми, що доведено на культурі клітин лінії BR.

References

1. Ahangaran, S., Pourbakhsh, S. A., Abtin, A., & Asli, E. (2019). Isolation and Detection of *Mycoplasma pneumoniae* from Cell Culture by Culture and PCR. *Iranian Journal of Medical Microbiology*, 13(3), 153-163.

2. Borup-Christensen, P., Erb, K., & Jensenius, J.C. (1988). Curing human hybridomas infected with *Mycoplasma hyorhinis*. *Journal of immunological methods*, 110(2),

237–240. [https://doi.org/10.1016/0022-1759\(88\)90109-3](https://doi.org/10.1016/0022-1759(88)90109-3)

3. Cando-Dumancela, C., Liddicoat, C., McLeod, D., Young, J.M., & Breed, M.F. (2021). A guide to minimize contamination issues in microbiome restoration studies. *Restoration Ecology*, 29. <https://doi.org/10.1111/rec.13358>.

4. Carthew, J., Abdelmaksoud, H., Cowley, K., Hodgson-Garms, M., Elnathan, R., Spatz, J., Brugger, J., Thissen, H., Simpson, K., Voelcker, N., Frith, J., & V. Cadarso. (2021). Next Generation Cell Culture Tools Featuring Micro- and Nanotopographies for Biological Screening. *Advanced Functional Materials*, 32(3): 2100881. <https://doi.org/10.1002/adfm.202100881>.

5. Coté R. (2001). Assessing and controlling microbial contamination in cell cultures. *Current protocols in cell biology*, Chapter 1. <https://doi.org/10.1002/0471143030.cb0105s01>.

6. Doyle, M., Vodstrcil, L.A., Plummer, E.L., Aguirre, I., Fairley, C.K., & Bradshaw, C. S. (2020). Nonquinolone Options for the Treatment of *Mycoplasma genitalium* in the Era of Increased Resistance. *Open forum infectious diseases*, 7(8), ofaa291. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofaa291>

7. Fay, M.F. (1992). Conservation of rare and endangered plants using *in vitro* methods, *Plant*, 28, 1–4. <https://doi.org/10.1007/BF02632183>

8. Jung, H., Wang, S.Y., Yang, I.W., Hsueh, D.W., Yang, W.J., Wang, T.H., & Wang, H.S. (2003). Detection and treatment of mycoplasma contamination in cultured cells. *Chang Gung medical journal*, 26(4), 250–258.

9. Lawson-Ferreira, R., Santiago, M.A., Chometon, T.Q., Costa, V.A., Silva, S.A., Bertho, A.L., & de Filippis, I. (2021). Flow-Cytometric Method for Viability Analysis of *Mycoplasma gallisepticum* and Other Cell-Culture-Contaminant Mollicutes. *Current microbiology*, 78(1), 67–77. <https://doi.org/10.1007/s00284-020-02255-1>
10. Ligasová, A., Vydržalová, M., Buriánová, R., Brůčková, L., Večeřová, R., Janošťáková, A., & Koberna, K. (2019). A New Sensitive Method for the Detection of *Mycoplasmas* Using Fluorescence Microscopy. *Cells*, 8(12), 1510. <https://doi.org/10.3390/cells8121510>
11. McNERney, M.P., Doiron, K.E., Ng, T.L., Chang, T.Z., & Silver, P.A. (2021). Theranostic cells: emerging clinical applications of synthetic biology. *Nature reviews. Genetics*, 22(11), 730–746. <https://doi.org/10.1038/s41576-021-00383-3>
12. Nikfarjam, L., & Farzaneh, P. (2012). Prevention and detection of *Mycoplasma* contamination in cell culture. *Cell journal*, 13(4), 203–212.
13. Pastore, M., Marcone, C., Pennone, F., Cristinzio, G., & Ragozzino, A. (1995). Detection of *Mycoplasma*-like organisms (MLOs) in apricot by fluorescence microscopy (DAPI) in the South of Italy. *Acta Horticulturae*, 386, 506–510.
14. Peng, W., Datta, P., Ayan, B., Ozbolat, V., Sosnoski, D., & Ozbolat, I. T. (2017). 3D bioprinting for drug discovery and development in pharmaceuticals. *Acta biomaterialia*, 57, 26–46. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2017.05.025>
15. Regent, F., Morizur, L., Lesueur, L., Habeler, W., Plancheron, A., Ben M'Barek, K., & Monville, C. (2019). Automation of human pluripotent stem cell differentiation toward retinal pigment epithelial cells for large-scale productions. *Scientific reports*, 9(1), 10646. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47123-6>
16. Strober W. (2015). Trypan Blue Exclusion Test of Cell Viability. *Current protocols in immunology*, 111, A3.B.1–A3.B.3. <https://doi.org/10.1002/0471142735.ima03bs111>
17. Timenetsky, J., Santos, L.M., Buzinhani, M., & Mettifofo, E. (2006). Detection of multiple mycoplasma infection in cell cultures by PCR. *Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas*, 39(7), 907–914. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2006000700009>
18. Uphoff, C.C., & Drexler, H.G. (2014). Detection of *Mycoplasma* contamination in cell cultures. *Current protocols in molecular biology*, 106, 28.4.1–28.4.14. <https://doi.org/10.1002/0471142727.mb2804s106>
19. Uphoff, C.C., Denkmann, S.A., & Drexler, H.G. (2012). Treatment of mycoplasma contamination in cell cultures with Plasmocin. *Journal of biomedicine & biotechnology*, 2012, 267678. <https://doi.org/10.1155/2012/267678>
20. Uphoff, C.C., Gignac, S.M., & Drexler, H.G. (1992). *Mycoplasma* contamination in human leukemia cell lines. I. Comparison of various detection methods. *Journal of immunological methods*, 149(1), 43–53. [https://doi.org/10.1016/s0022-1759\(12\)80047-0](https://doi.org/10.1016/s0022-1759(12)80047-0)
21. Uphoff, C.C., Meyer, C., & Drexler, H.G. (2002). Elimination of mycoplasma from leukemia-lymphoma cell lines using antibiotics. *Leukemia*, 16(2), 284–288. <https://doi.org/10.1038/sj.leu.2402364>
22. Uphoff, C.C., Drexler, H.G. (2013). Detection of *Mycoplasma* Contaminations. In: Helgason, C., Miller, C. (eds) *Basic Cell Culture Protocols. Methods in Molecular Biology*, vol 946. Humana Press, Totowa, NJ. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-128-8_1
23. Work T.S., Work E., Adams R.L.P., & Burdon R.H. (1980). *Laboratory Techniques in Biochemistry and Molecular Biology: Cell culture for biochemists*. Vol. 8, New York: North-Holland Publishing Company.
24. Yin, Z.F., Zhang, Y.N., Liang, S.F., Zhao, S.S.,

- Du, J., & Cheng, B.B. (2019). Mycoplasma contamination-mediated attenuation of plasmid DNA transfection efficiency is augmented via L-arginine deprivation in HEK-293 cells. *Journal of Zhejiang University. Science. B*, 20(12), 1021–1026. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1900380>
25. Young, L., Sung, J., Stacey, G., & Masters, J.R. (2010). Detection of Mycoplasma in cell cultures. *Nature protocols*, 5(5), 929–934. <https://doi.org/10.1038/nprot.2010.43>
26. Yu, T., Wang, Y., Zhang, H., Johnson, C. H., Jiang, Y., Li, X., Wu, Z., Liu, T., Krausz, K. W., Yu, A., Gonzalez, F. J., Huang, M., & Bi, H. (2016). Metabolomics reveals mycoplasma contamination interferes with the metabolism of PANC-1 cells. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 408(16), 4267–4273. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9525-9>
27. Prylutskyi Yu.I., Ilchenko O.V., Tsymbaliuk O.V., & Kosterin S.O. (2017). *Statystychni metody v biolohii*, Kyiv : Nauk. dumka.

Kokovin M., Tkachenko T., Drozd P., Prylutska S. (2023).

IDENTIFICATION OF MYCOPLASMA CONTAMINATION IN CELL CULTURE

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 76-83.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48289>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.007](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.007)

Abstract. *Mycoplasmas are the smallest and simplest prokaryotes which were found in the endosomes of mammalian cells. They are widespread contaminants in cell cultures. It was identified a mycoplasma infection in a human breast cancer cell line. It was used fluorescence microscopy and nuclear affinity 4,6-diamidino-2-phenylindole (DAPI) staining. For the treatment of mycoplasma infection in cell culture, two antibiotics of the macrolide series (Tiamulin) and tetracyclines (Minocycline) was used. The effectiveness of combined antibiotic therapy against mycoplasmas has been proven, which was confirmed by the microscopic method. Therefore, treatment with combined antibiotics can completely eradicate mycoplasma infection from cultured cells.*

Key words: *cell culture, mycoplasma, contamination, identification.*

ФІТОПАТОГЕННА МІКОБІОТА В АГРОЦЕНОЗАХ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН В УМОВАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

І.В. БЕЗНОСКО,

*кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник
лабораторії біоконтролю агроєкосистем і органічного виробництва,
відділу агробіоресурсів та екологічно безпечних технологій*

<https://orcid.org/0000-0002-2217-5165>,

beznoskoirina@gmail.com

Ю.А. ДІДИК,

доктор філософії

<https://orcid.org/0000-0003-3437-4660>,

turovnikyia@gmail.com

Інститут агроєкології і природокористування НААН, Київ, Україна

С.П. ПАЛАМАРЧУК,

*к.с.-г.наук, доцент кафедри екології агросфери та екологічного
контролю,*

<https://orcid.org/0000-0002-9083-6850>,

spal@i.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Інтенсивний розвиток фітопатогенних мікроміцетів в агроценозах культурних рослин призводить до суттєвих втрат урожаю, погіршення його якості та зменшення продуктивності рослин. Фітопатогени є потужним чинником біологічного забруднення агроєкосистем. Метою нашого дослідження є визначення чисельності та видового складу мікроміцетів на листках рослин сояшника гібридів Душко та Олівер та пшениці озимої сортів Подольнка та Скаген в агроценозах Центрального Лісостепу України.

Дослідження мікобіому листків рослин сояшника показали, що на чисельність мікроміцетів істотно впливають біологічні особливості досліджуваних гібридів сояшника та технологій їхнього вирощування. Встановлено, що чисельність фітопатогенних мікроміцетів на листках досліджуваних гібридів за органічної технології вирощування сояшника знаходилась на рівні традиційної технології і варіювала в межах 14,6 – 19,9 тис. КУО/г сухого листка. Визначено видовий склад мікроміцетів на листках рослин сояшника та встановлено, що домінуючими є

зруби родів: *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Alternaria* Nees, *Penicillium* Link; Fr, *Fusarium* Link та *Cladosporium* Link. Вони характеризувались різною частотою трапляння впродовж вегетації, що коливалась в межах 15 – 70%.

За результатами дослідження мікобіому листків рослин пшениці озимої встановлено, що чисельність мікроміцетів коливалась в межах від 0,9 до 3,8 тис. КУО/г сухого листка та істотно залежала від технології вирощування культури та біологічних особливостей рослин різного селекційного походження. Метаболіти рослин пшениці озимої сорту Подолянка в умовах як традиційної, так і органічної технології вирощування стимулювали розвиток мікроміцетів в мікобіомі листків рослин. Метаболіти рослин пшениці озимої сорту Скаген в умовах різних технологій вирощування стримували розвиток мікроміцетів на екологічно безпечному рівні. Визначено видовий склад мікроміцетів на листках рослин пшениці озимої та встановлено, що в умовах традиційної технології вирощування домінуючими мікроміцетами були види *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *B. sorokiniana* із частотою трапляння від 55 до 70%. А в умовах органічної технології вирощування - *F. oxysporum* та *T. viride*, частота трапляння яких становила 50%.

Перелічені мікроміцети є токсиноутворюючими видами, які забруднюють посіви сільськогосподарських культур мікотоксинами, що становить значну небезпеку для здоров'я тварин та людини.

Ключові слова: фітопатогени, КУО, сояшник, пшениця озима, сорти та гібриди, мікобіом, вегетативні органи, біологічне забруднення екосистем.

Актуальність.

Одним із вагомих і універсальних біотичних факторів, якому піддаються рослини, є фітопатогенні мікроміцети. Вони обумовлюють порушення фізіологічних процесів у рослин-господарів та здатні викликати їх захворювання. А також, завдають значної шкоди виробництву рослинної продукції, становлять небезпеку виникнення епіфітотій та забруднення агроценозів мікотоксинами.

Інтенсивне збільшення посівних площ під сояшником, недотримання науково-обґрунтованих сівозмін, накопичення рослинних решток та засміченість посівів бур'янами-резерваторами збудників хвороб, призводить до погіршення фітосанітарної ситуації в агроценозах цієї культури (Krut V.V. et al., 2019). Уся надземна части-

на рослин сояшника є живильним середовищем для росту та розвитку фітопатогенних мікроміцетів. Лісо-степова частина України належить до зони інтенсивного розвитку факультативних паразитів некротрофного типу живлення, які є продуцентами мікотоксинів (Harveson et al., 2018). Серед них – найбільш поширеними в агроценозах сояшника є види родів: *Aspergillus* P. Micheli ex Haller; *Penicillium* Link; *Fusarium* Link; *Alternaria* Nees, які паразитують на рослинах впродовж вегетації та зберігаються в ґрунті, на рослинних рештках, а також домінують в мікобіомі насіння (Retman S.V. et al., 2019). Відомо, що за рахунок збільшення чисельності фітопатогенних мікроміцетів в агроценозі сояшника підвищується інфекційне навантаження на інші культури в сівозміні (Borovska

I.Yu. et al., 2018). Це істотно впливає на процеси, які відбуваються в тканинах рослин-живителів і пригнічує їх ріст та розвиток, знижуючи врожайність. Втрати врожаю соняшника за ураження рослин альтернатіозом можуть досягати 20–60%, переноспорозом – до 30%, а іржею – понад 40%. Разом із тим, у роки розвитку епіфітотій плямистостей листя рослин соняшника може відбуватись передчасна повна загибель листового апарату рослин (Lindow S.E., 2003; Borovska, I.Yu., 2018).

Відомо, що патогенні мікроміцети здатні уражувати рослини пшениці озимої з моменту посіву зерна і до збирання врожаю, а також у період його зберігання (Jevtić R. et al., 2020). За дослідженнями вітчизняних учених (Retman S.V. et al., 2010; Voloshchuk, O.P. et al., 2008; Bilovus G. et al., 2021) найбільш поширеними хворобами листків рослин у посівах пшениці озимої в умовах Центрального Лісостепу України є борошниста роса, плямистості листя, септоріоз та бура іржа. Збудники цих хвороб можуть уражувати всі органи рослини під час вегетації і призводити до зменшення асиміляційної поверхні листків рослин, передчасного їх засихання, відставання рослин у рості та масового недобору врожаю.

Шкодоочинність розвитку борошнистої роси в посівах пшениці озимої полягає у зменшенні асиміляційної поверхні листя, що призводить до погіршення розвитку рослин, затримки колосіння та поганого наливу зерна. У зерні зменшується вміст сирої клейковини, білка і крохмалю. Недобір врожаю від борошнистої роси може сягати 10-15%, а в роки епіфітотій – до 30-55%. Шкодоочинність розвитку септоріозу проявляється у

зменшенні асиміляційної поверхні листків рослин, недорозвинутості колоса, передчасному дозріванні хлібів, що призводить до недобору врожаю в межах 9-55%. Шкодоочинність розвитку бурої іржі полягає у зменшенні асиміляційної поверхні листків і посиленні транспірації рослин пшениці озимої. Це призводить до порушення водного балансу і передчасного відмирання листків. Якщо ураження листя рослин пшениці озимої становить до 10%, то втрати врожаю вважаються незначними, якщо ураження листової поверхні досягає до 40 % - втрати врожаю доходять до 3-10 ц/га, понад 40% - втрати врожаю перевищують 10 ц/га (Petrenkova V.P. et al., 2012, Sabadin V.Ya., 2020). Разом із тим, втрати врожаю від септоріальних грибів, які інтенсивно поширюються в агроценозах в роки з вологими, сприятливими для їх розвитку погодними умовами, становлять 10 – 15%, а іноді сягають 40%. У листках уражених рослин пшениці вміст хлорофілу знижується на 19 – 71%, аскорбінової кислоти — 33 – 59 мг/%, інтенсивність дихання — на 4 – 17%, інтенсивність фотосинтезу — у 4 – 9 разів (Retman S.V. et al., 2010; Bilovus G. et al., 2021).

Отже, фітопатогенні мікроміцети, контамінуючи листки рослин соняшника та пшениці озимої впродовж вегетації, завдають значної шкоди посівам цих цінних культур, призводять до істотних втрат урожаю та є потужним чинником біологічного забруднення агроєкосистем.

Фізіологічно активні речовини рослин різних сортів та гібридів сільськогосподарських культур істотно впливають на структуру і функціонування мікробних популяцій на вегетативних органах рослин, де від-

бувається обмін метаболітами між культурними рослинами та мікроорганізмами (Antonyak G.L. et al., 2013; Sugiyama A., 2019). Їх склад визначається залежно від виду рослини, періоду їх онтогенезу, метаболічних особливостей, структури та будови кореневої системи, а також від умов навколишнього природного середовища (Kuznetsova Y.A. et al., 2018; Behrens C.E. et al., 2019). В процесі алелопатичної взаємодії культурні рослини здатні пригнічувати конкурентні види рослин та активувати механізми захисту від патогенних мікроорганізмів та шкідників (Muhammad Z. et al., 2019). Ці речовини можуть бути використані як регулятори росту, гербіциди, інсектициди та фунгіцидні засоби захисту сільськогосподарських культур (Cheng F. et al., 2015).

У численних дослідженнях зарубіжних авторів (Muhammad Z. et al., 2019; Iqbal A. et al., 2019; Schandry N. et al., 2019) великий інтерес та вагомим практичне значення приділяється вивченню фізіологічних та екологічних механізмів алелопатії культурних рослин, в тому числі сояшника та пшениці озимої (Broeckling C.D. et al., 2008; Cheng F. et al., 2015). Останні дослідження іноземних вчених щодо вивчення явища алелопатії рослин свідчать про позитивну динаміку використання фізіологічно активних речовин у захисті рослин від фітопатогенних мікроміцетів (Musilova L. et al., 2016). Так, кореневі екзометаболіти деяких рослин можуть істотно стримувати ріст та розвиток ґрунтових патогенів. Водночас, леткі сполуки, які виділяються з надземних частин рослини, можуть ефективно стримувати життєздатність фітопатогенних мікроміцетів на екологічно безпечному рівні (Guerrieret A. et al., 2019).

Особливої уваги заслуговує вивчення питання впливу алелопатичних речовин культурних рослин на фітопатогенні мікроміцети, які здатні уражувати різні органи рослин та насіння впродовж вегетації. Для регуляції чисельності фітопатогенних мікроміцетів в агроценозах сояшника та пшениці озимої, необхідно посилити теоретичне обґрунтування цього процесу шляхом розкриття механізмів впливу екзометаболітів рослин на фізіолого-біохімічні показники фітопатогенних грибів - збудників основних хвороб сільськогосподарських культур. Таким чином метою роботи було визначення чисельності та видового складу мікроміцетів на листках рослин сояшника та пшениці озимої за різних технологій вирощування культур.

Матеріали та методи дослідження.

Дослідження проводили на базі лабораторії біоконтролю агроєкосистем та органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН, Україна. Впродовж 2018–2020 рр. в умовах польового дослідів вирощували гібриди сояшника Душко та Олівер та сорти пшениці озимої Скаген та Подолянка на полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва ІАН НААН. Вегетативні органи рослин сояшника відбирали у фазу бутонізації та цвітіння, а рослин пшениці озимої - у фазу кущення, виходу в трубку та колосіння згідно із загальноновизнаними методиками (Korniyuchuk, M.S., 2015). Тип ґрунту дослідних ділянок – чорнозем типовий малогумусний, за гранулометричним складом крупнопилкуватого-середньосуглинковий. Агротехніка

1.Значення гідротермічного коефіцієнта (ГТК) впродовж вегетаційних періодів 2018–2020 рр.

(Сквирська дослідна станція органічного виробництва ІАН НААН)

Рік	Місяць						Середнє
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2018	0,3	0,9	2,6	2,9	0,1	1,3	1,35
2019	0,6	2,3	1,4	0,6	0,3	0,4	0,9
2020	1,7	1,8	0,9	0,8	0,5	0,4	1,0

Примітка: ГТК ≥ 1 – достатнє зволоження; ГТК 0,8–1,0 – помірне зволоження; ГТК 0,6–0,7 – недостатнє зволоження.

виращування досліджуваних культур – загальноприйнята для умов Центрального Лісостепу України.

Територія Сквирської дослідної станції характеризується помірно – теплим, помірно – вологим кліматом, який є сприятливим для росту і розвитку рослин сояшника та пшениці озимої.

Загальновідомо, що на онтогенез рослин та поширення і розвиток мікроміцетів в агроценозах суттєво впливає температура і кількість опадів. Інтегрованим показником цих факторів є гідротермічний коефіцієнт (ГТК, коефіцієнт Г.Т. Селянінова). Значення ГТК впродовж вегетації рослин в роки проведення дослідження представлені в таблиці 1.

За результатами підрахунку ГТК можна зробити висновки, що вегетаційний період 2018 року характеризувався як достатньо вологий (ГТК 1,35). В той же час вегетаційний період 2019 року був посушливим, посуха не інтенсивна (ГТК 0,9), а 2020 рік – достатньо зволожений (ГТК 1,0). Разом із тим метеорологічні умови в роки дослідження, а саме: висока температура повітря та велика кількість опадів протягом вегетації, мали суттєвий вплив на формування популяції мікроміцетів в агроценозах досліджуваних культур.

Захист посівів культур від хвороб проводили відповідно до схеми, яка представлена в табл. 2.

Чисельність мікроміцетів на листках рослин визначали методом розведення та поверхневого посіву суспензії на поживне середовище Чапека. Кількість мікроміцетів виражали у колоніютворювальних одиницях (КУО) на 1 г сухого листка та визначали за (DSTU 7847:2015 7847:2015, 2015). Показник частоти трапляння (%) видів мікроміцетів визначали за (Myrchynk T.G. et al., 1988). Ідентифікацію ізолятів мікроміцетів до роду та виду здійснювали на біологічному мікроскопі DN-200D за визначниками (Colin K.C. et al., 2013; Koval E.Z. et al., 2016) та застосовуючи он-лайн базу даних «Mycobank».

Для статистичної обробки експериментальних даних використовували однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA, тест Тьюки). Різниця між контрольними і експериментальними показниками вважалася значною, коли ймовірність різниці становила $P < 0.05$.

Результати та їх обговорення

За результатами мікробіологічного аналізу встановлено, що чисель-

2. Схема захисту посівів культур від хвороб упродовж дослідження (Сквирська дослідна станція органічного виробництва ІАП НААН)

Сільськогосподарська культура	Фаза розвитку культури	Назва препарату	Діюча речовина	Норма витрати
Традиційна технологія вирощування рослин				
Соняшник	8-10 пар справжніх листків	Аканто Плюс 28, к.с.	ципроконазол 80 г/л + пікоксітрабін 200 г/л	0,5 – 1,0 л/га
	бутонізація – початок цвітіння			
Пшениця озима	передпосівне протруювання насіння	Вітавакс 200 ФФ, ТН (фунгіцид)Г	Карбоксин: 200 г/лТирам: 200 г/л	3,0 л/т
	кущення	Гранстар Голд 75 (ФМС) (гербіцид)	Трибенурон-метил – 562,5 г/кг, тифенсульфурон-метил – 187,5 г/кг	25 г/га
Органічна технологія вирощування рослин				
Соняшник	4- 5 пар справжніх листків	Аватар 2 Захист	мікро - та ультрамікроелементи (Mg, Cu, Zn, Fe, Mn, Co, Mo, La, Ni, V, Ti, Se, Ag, Si, I, B) і цитрат калію - хелатований природними ді-і трикарбоновими органічними кислотами (лимонною, бурштиною, винною і яблучною	0,1-0,2
	8-10 пар справжніх листків			
Пшениця озима	Без внесення добрив і фунгіцидів			

ність мікроміцетів на листках рослин соняшника піддається значним коливанням залежно від гібриду та від технології його вирощування.

Чисельність мікроміцетів на листках в умовах традиційної технології за використання хімічних фунгіцидів залежно від гібриду коливалась від 11,7 до 18,8 тис. КУО/г сухого листка (рис.1). Так, на листках рослин гібриду Душко у фазу бутонізації вона складала 11,7 тис КУО/г сухого листка, а у фазу цвітіння - спостерігали істотне підвищення чисельності мікроміцетів до 18,1 тис. КУО/г сухого листка.

Разом із тим, чисельність мікроміцетів на листках рослин соняшни-

ка гібриду Олівер у фазу бутонізації була дещо вищою порівняно із гібридом Душко і складала 12,6 тис КУО/г сухого листка. Також у фазу цвітіння спостерігали істотне підвищення чисельності мікроміцетів на листках досліджуваного гібриду до 18,8 тис. КУО/г сухого листка (рис.1). Це можна пояснити жорстким селективним тиском хімічних елементів технології вирощування культури на мікобіом листків рослин соняшника, в результаті чого здійснюється спрямований добір фітопатогенних мікроміцетів в популяції мікроорганізмів.

За органічного вирощування рослин соняшника на фоні біологічних

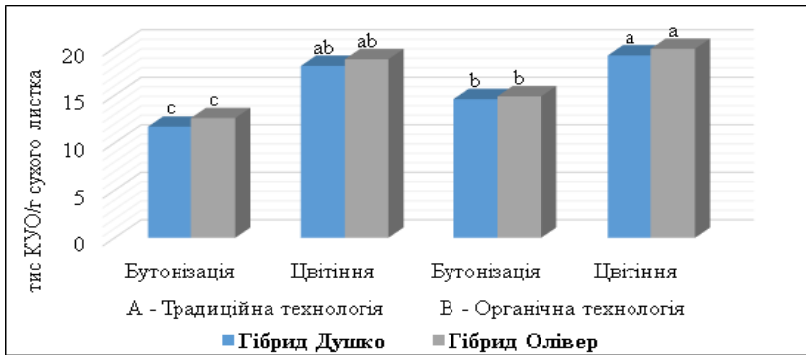


Рис.1. Чисельність мікроміцетів (тис. КУО/г сухого листка) на листках рослин сояшника гібридів Душко та Олівер впродовж вегетації в умовах традиційної (рис.1 –А) та органічної (рис.1-В) технологій вирощування ($\bar{x} \pm SD$, тест Тьюкі, $n = 5$ повторів); літери а – с позначають статистично значущі відмінності чисельності мікроміцетів ($P < 0.05$)

препаратів чисельність мікроміцетів на листках рослин сояшника гібридів Душко та Олівер коливалась в межах від 14,6 до 19,9 тис КУО/г сухого листка (рис.1). Так, чисельність КУО мікроміцетів на листках рослин гібриду Душко у фазу бутонізації становила 14,6 тис КУО/г сухого листка. Разом із тим, у фазу цвітіння відмічали значне збільшення чисельності мікроміцетів (до 19,2 тис КУО/г).

Слід зазначити, що на листках рослин сояшника гібриду Олівер у фазу бутонізації чисельність мікроміцетів становила 14,9 тис КУО/г сухого листка. А у фазу цвітіння продовжувалось істотне підвищення чисельності мікроміцетів на листках досліджуваного гібриду сояшника (до 19,9 тис КУО/г сухого листка).

Установлено, що за роки проведення досліджень, чисельність мікроміцетів у мікробіомі листків рослин сояшника досліджуваних гібридів у фазу цвітіння значно підвищувалась у порівнянні з фазою бутонізації, як за традиційної, так і за органічної технологій вирощування культури.

Це пояснюється тим, що динаміка чисельності мікроорганізмів, у тому числі і мікроміцетів, на листках рослин, змінюється залежно від періоду росту рослин (Antonyak, G.L. et al., 2013). Так, максимальний їх ріст та розвиток спостерігають у період цвітіння і плодоношення рослин. У цей же період відбувається максимальне виділення рослиною ексудатів на листках (Kryvtsova, M.V. et al., 2011).

Також за результатами мікробіологічного аналізу, впродовж вегетаційного періоду, визначено чисельність мікроміцетів на листках рослин пшениці озимої сортів Скаген та Подолянка, що істотно залежала від технології їх вирощування. Встановлено, що чисельність мікроміцетів впродовж вегетаційного періоду на листках пшениці озимої коливалась від 0,9 до 3,8 тис. КУО/г сухого листка (рис. 2).

У фазу кущення в умовах традиційної технології вирощування, чисельність мікроміцетів на листках рослин пшениці озимої сорту Скаген становила 1,2 тис. КУО/г сухого листка, а сорту Подолянка була в 2

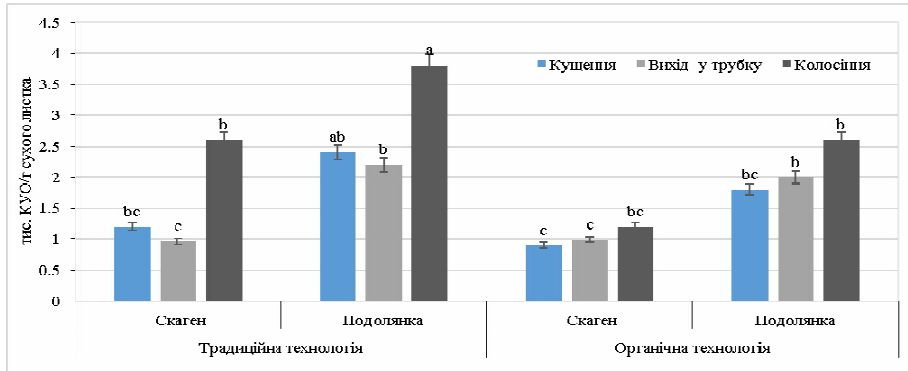


Рис. 2. Чисельність мікроміцетів (тис. КУО/г сухого листка) на листках рослин пшениці озимої сортів Скаген та Подольянка впродовж вегетації в умовах традиційної та органічної технології вирощування ($\bar{x} \pm SD$, тест Тьюки, $n = 5$ повторів); літери а – с позначають статистично значущі відмінності чисельності мікроміцетів ($P < 0.05$)

рази вищою (2,4 тис. КУО/г сухого листка). У фазу вихід у трубку, після внесення фунгіцидів хімічного походження спостерігали зниження чисельності мікроміцетів: на листках рослин пшениці озимої сорту Скаген цей показник складала 0,96 тис. КУО/г сухого листка, а на листках рослин сорту Подольянка – 2,2 тис. КУО/г сухого листка. У фазу колошіння спостерігали істотне зростання чисельності мікроміцетів на досліджуваних сортах пшениці озимої, що варіювала від 2,6 до 3,8 тис. КУО/г сухого листка. Отже, застосування фунгіцидів хімічного походження, призводить до розширення видового різноманіття і посилення шкідливості фітопатогенних мікроміцетів в агроценозах пшениці озимої.

В умовах органічного вирощування рослин пшениці озимої, спостерігали не суттєве зростання чисельності популяції мікроміцетів впродовж вегетаційного періоду. Так, на листках рослин пшениці озимої сорту Скаген досліджуваний показник поливав-

ся від 0,9 до 1,2 тис. КУО/г сухого листка. Водночас на листках рослин пшениці озимої сорту Подольянка чисельність мікроміцетів була в два рази вищою і становила від 1,8 до 2,6 тис. КУО/г сухого листка. Слід зазначити, що за органічної технології вирощування чисельність мікроміцетів на листках пшениці озимої досліджуваних сортів була в 1,5-2,5 рази нижчою ніж за традиційної технології, а також впродовж онтогенезу рослин динаміка чисельності популяції мікроміцетів зростала поступово. Це свідчить про те, що на біорізноманітті мікроміцетів на листках рослин пшениці озимої істотно впливають елементи технології вирощування культури.

Чисельність мікроміцетів на листках рослин пшениці озимої сорту Скаген в умовах різних технологій вирощування була в 1,5-2,5 рази нижчою ніж їх чисельність на листках рослин пшениці озимої сорту Подольянка. Отже, біологічно активні речовини рослин пшениці озимої сорту Скаген здатні стримувати формуван-

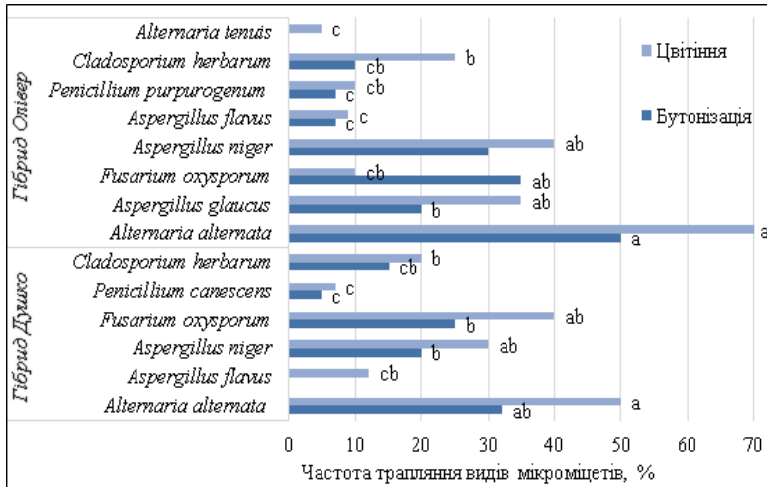


Рис. 3. Частота трапляння (%) видів мікроміцетів на листках рослин сояшника гібридів Душко та Олівер ($x \pm SD$, тест Тьюки, $n = 5$ повторів); літери а – с позначають статистично значущі відмінності чисельності мікроміцетів ($P < 0.05$)

Примітка: якщо частота трапляння мікроміцетів становить $\geq 50\%$, то ці види є домінуючими; 30-50% – ті, що часто трапляються; трапляння на рівні 10% і менше – рідкісні види (Жданова, 2002)

ня чисельності мікроміцетів на екологічно безпечному рівні.

Таким чином, встановлено, що в умовах органічної і традиційної технології вирощування рослин чисельність фітопатогенних мікроміцетів різниться, що може свідчити про істотний вплив алелопатичного потенціалу рослин різних гібридів сояшника та різних сортів пшениці озимої, а також технологій їх вирощування на популяцію мікроміцетів на листках рослин.

Визначали видовий склад та частоту трапляння мікроміцетів на листках рослин сояшника досліджувані гібридів впродовж вегетації.

За результатами досліджень, представлених на рис. 3, встановлено, що листки рослин сояшника гібридів Душко та Олівер було контаміновано грибами, які належать до родів:

Aspergillus P. Micheli ex Haller, *Alternaria* Nees, *Penicillium* Link; Fr, *Fusarium* Link та *Cladosporium* Link. Вони характеризувались різною частотою трапляння впродовж вегетації культури.

У мікобіомі рослин сояшника гібриду Душко було виділено 6 видів мікроміцетів. У фазу бутонізації рослин сояшника гібриду Душко типовими сапротрофами були види *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link та *Penicillium canescens* Sopp, O.J., частота трапляння яких становила 15% та 5% відповідно. Фітопатогенний комплекс на листках рослин сояшника досліджуваного гібриду був представлений видами: *A. alternata*, частота трапляння якого 32%, *A. niger*, з частотою трапляння 20% та *F. oxysporum*, частота якого становила 25% (рис.3). Такими чином, у фазу бутонізації на листках рослин сояш-

ника гібриду Душко домінували фітопатогенні мікроміцети.

У фазу цвітіння на листках рослин сояшника гібриду Душко сапротрофний комплекс формували мікроміцети видів *C. herbarum* та *P. canescens*, з частотою трапляння 20% і 7% відповідно. До фітопатогенних мікроміцетів належали види *A. alternata* та *F. oxysporum*, з частотою трапляння 50% та 40% відповідно, а також представники роду *Aspergillus*: вид *A. niger*, частота трапляння якого становила 30% та вид *A. flavus*, з частотою трапляння 12% (рис. 3). Отримані результати свідчать про те, що у фазу цвітіння також домінували фітопатогенні види мікроміцетів – чинники біологічного забруднення агрофітоценозів. Що призвело до дестабілізації рівноваги між сапротрофними та патогенними видами мікроміцетів у мікобіомі листків рослин сояшника гібриду Душко.

Упродовж бутонізації рослин сояшника гібриду Олівер сапрофітний комплекс мікроміцетів у мікобіомі листків сформували види *C. herbarum* та *P. canescens*, з частотою трапляння 10% та 7% відповідно (рис.3). До фітопатогенних мікроміцетів на листках рослин сояшника досліджуваного гібриду належали види: *A. alternata*, частота трапляння якого становила 50%, *F. oxysporum*, для якого цей показник був 35%, *A. niger*, з частотою трапляння 30%, *A. glaucus* – 20% та вид *A. flavus*, для якого цей показник був 7%. Значне видове різноманіття відмічали у представників роду *Aspergillus* у фазу бутонізації рослин сояшника. Частота трапляння виду *A. niger* становила 30%, у виду *Aspergillus glaucus* цей показник складав 20%, а у виду *A. flavus* він був 7%. Отримані результати свідчать

про високу конкурентну здатність різних видів роду *Aspergillus*. Вони є продуцентами мікотоксинів, як-от: афлотоксини та охратоксин, які можуть спричиняти небезпечні хвороби людини і тварин (Bryden W.L., 2007, Golovchak N., 2007).

У фазу цвітіння у мікобіомі листків рослин сояшника гібриду Олівер типовим сапротрофами були види *C. herbarum* та *P. canescens*, частота трапляння яких становила 25% і 5% відповідно. Разом із тим, до мікроміцетів, які проявляють фітопатогенні властивості належали гриби роду *Alternaria*, що були представлені двома видами: *A. alternata*, частота трапляння якого становила 70% та вид *Alternaria tenuis*, для якого цей показник був 5%. Типовими фітопатогенами були види роду *Aspergillus*: *A. niger*, з частотою трапляння 40%, *A. glaucus* – 35% та вид *A. flavus*, для якого цей показник був 9%. Фітопатогенний мікроміцет *F. oxysporum* у мікобіомі листків рослин сояшника характеризувався частотою трапляння 7%.

Як видно з досліджень, у мікобіомі листків рослин сояшника гібридів Душко та Олівер упродовж вегетаційного періоду домінуючими були фітопатогенні види *A. alternata* та *F. oxysporum*, які завдають значної шкоди посівам сояшника та призводять до біологічного забруднення агроценозів.

Також визначали видовий склад та частоту трапляння мікроміцетів на листках рослин пшениці озимої досліджуваних сортів упродовж вегетації в умовах різних технологій вирощування. В умовах традиційної технології вирощування із листків рослин пшениці озимої було ідентифіковано 8 видів мікроміцетів із різною частотою трапляння (9–70%).

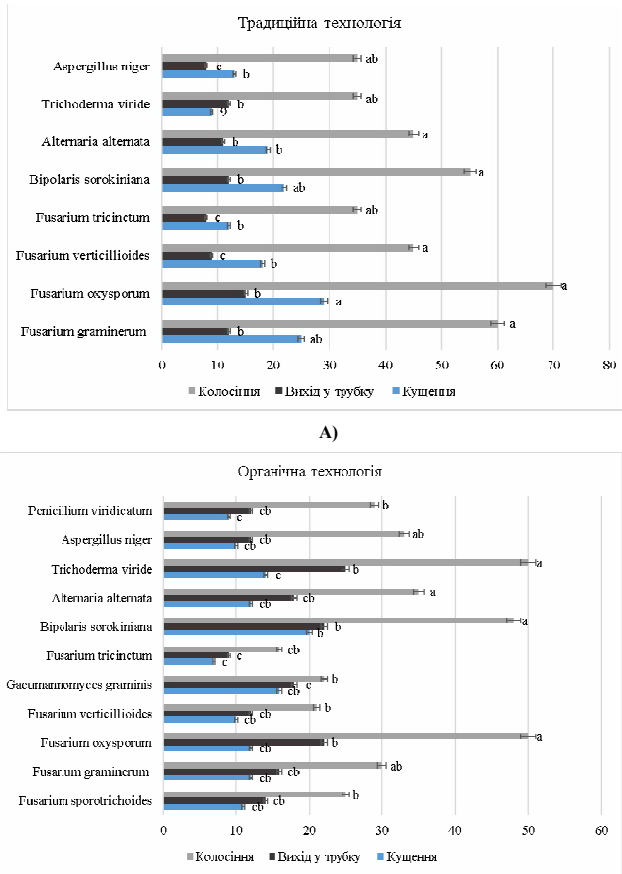


Рис. 4. Частота трапляння (%) видів мікроміцетів на листках рослин пшениці озимої сортів Скаген та Подолянка у різних умовах вирощування: А) - традиційна технологія; В) - органічна технологія ($\bar{x} \pm SD$, тест Тьюки, $n = 5$ повторів); літери а – с позначають статистично значущі відмінності чисельності мікроміцетів ($P < 0.05$)

У фазу виходу у трубку на листках рослин пшениці озимої мікроміцети характеризувалися низькою частотою трапляння (9–15%), а у фазу колосіння частотою трапляння деяких видів істотно зростала і досягала 60–70%. Так, домінуючими видами на листках рослин пшениці озимої були *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *B. sorokiniana* із частотою трапляння від 55 до 70%. Типовими домінантними видами були мікроміце-

ти *F. verticillioides*, *A. alternata*, *F. tricinctum*, *Trichoderma viride* та *A. niger* їх частота трапляння була від 35 до 45%. Також листки пшениці озимої було контаміновано рідкісними видами (1%). (рис. 4-А).

Водночас, за органічної технології вирощування, із листків пшениці озимої було ідентифіковано дещо більше видів мікроміцетів (11), але із нижчою частотою трапляння, яка була в межах від 7 до 50% (рис. 4-В).

Визначено, що частота трапляння видів мікроміцетів зростала впродовж онтогенезу рослин і була максимальною у фазу колосіння. Домінуючими видами в мікобіомі листків рослин пшениці озимої були види *F. oxysporum* та *T. viride* з частотою трапляння 50%. Слід зазначити, що мікроміцет *T. viride* є грибом-антагоністом, який здатний швидко поширюватися в середовищі існування, конкуруючи із іншими видами. Типовими домінантними видами були мікроміцети *F. graminearum*, *B. sorokiniana*, *A. alternata*, *A. niger*, *P. viridicatum*, частота трапляння яких коливалась від 28 до 48%. До типових рідкісних з частотою трапляння 11-20% від загальної кількості ізованих видів належали мікроміцети *F. sporotrichoides*, *Gaeumannomyces graminis*, *F. verticillioides*, *F. tricinctum*. Також було ідентифіковано 1% видів мікроміцетів, які трапляються рідко.

Мікроміцети, які паразитували в мікобіомі листків рослин пшениці озимої, в умовах різної технології вирощування, мають комплекс ферментів, що здатні руйнувати органічні з'єднання рослин та синтезувати біологічно активні речовини (George N., 2005). Цьому сприяють різке чергування прохолодної та спекотної погоди і підвищена вологість, особливо наприкінці вегетації рослин пшениці озимої. Домінуючі мікроміцети здатні житись на численних видах рослин, зберігаються у вигляді склероціїв і мікросклероціїв у ґрунті та міцелію на рослинних рештках і насінні. Вони характеризуються високою інтенсивністю спороутворення під час вегетації та в період зберігання, що сприяє біологічному забрудненню агроценозів (Atallah Z.K. et al., 2012).

Як свідчать наші дослідження,

фітопатогенні мікроміцети за традиційної технології, перебувають під тиском фунгіцидів та в умовах жорсткої конкуренції за ресурси, характеризуються високими показниками частоти трапляння видів, що сприяє їх швидкому поширенню в агрофітоценозах. В той же час, за органічної технології вирощування спостерігали більш врівноважений розвиток фітопатогенних мікроміцетів, їх частота трапляння зростала по мірі старіння культури.

Висновки.

Чисельність фітопатогенних мікроміцетів на листках рослин сояшника гібридів Душко та Олівер за органічної технології вирощування культури знаходиться на рівні традиційної технології і варіює в межах 14,6–19,9 тис. КУО/г сухого листка. Біологічні властивості досліджуваних гібридів сояшника та вплив хімічних і біологічних препаратів стимулює формування чисельності мікроміцетів у мікобіомі листків рослин сояшника.

З'ясовано, що у мікобіомі листків рослин сояшника досліджуваних гібридів переважають гриби родів: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* та *Fusarium*. Домінуючим видом фітопатогенних мікроміцетів в агроценозі сояшника є гриб *Alternaria alternata*, частота трапляння якого коливається від 20 до 70%.

Чисельність мікроміцетів на листках рослин пшениці озимої коливається в межах від 0,9 до 3,8 тис. КУО/г сухого листка та істотно залежить від технології вирощування культури та біологічних особливостей рослин різного селекційного походження. Метаболіти рослин пшениці озимої

сортів Подолянка в умовах як традиційної, так і органічної технології вирощування стимулюють розвиток мікроміцетів в мікобіомі листків рослин. Метаболіти рослин пшениці озимої сорту Скаген в умовах різних технологій вирощування стримують розвиток мікроміцетів в агроценозі на екологічно безпечному рівні.

Встановлено, що в умовах традиційної технології вирощування на листках рослин пшениці озимої домінуючими мікроміцетами були види *F. oxysporum*, *F. graminearum*, *B. sorokiniana* із частотою трапляння від 55 до 70%. А в умовах органічної технології вирощування - види *F. oxysporum* та *T.viride*, частота трапляння яких становила 50%.

Перелічені мікроміцети є токсичноутворюючими видами, які забруднюють посіви сільськогосподарських культур мікотоксинами, що становить небезпеку для здоров'я тварин та людини.

References

1. Krut, V.V., Yastremska, L.S., Hyrych, Y.A. & Varnashova, N.Yu. (2019). Isolation of causative agents of bacterial diseases of sunflower. *Herald of UNUS*. 1, 98–102. DOI 10.31395/2310-0478-2019-1-98-102
2. Retman, S.V., & Bazykina, N.G. (2019). Fungicidal protection of sunflower against major leaf diseases. *Quarantine and plant protection*. 5-6, 9–11.
3. Borovska, I.Yu., & Petrenkova, V.P. (2018). Methodology for the formation of a special collection of sunflower lines based on adaptability in terms of disease resistance. *Breeding and seed production*, (113), 18-34.
4. Lindow, S.E., & Brandl, M.T. (2003). Microbiology of the phyllosphere. *Applied and environmental microbiology*, 69(4), 1875-1883.
5. Jevtić, R., Župunski, V., Lalošević, M., Jocković, B., Orbović, B., & Ilin, S. (2020). Diversity in susceptibility reactions of winter wheat genotypes to obligate pathogens under fluctuating climatic conditions. *Scientific Reports*, 10(1), 19608.
6. Retman, S.V., & Dovgan, S.V. Phytosanitary status of cereal grains. *Quarantine and plant protection*. 2010. № 3. С 2–5.
7. Voloshchuk, O.P., & Bilovus, G.Ya. Fungal diseases of winter wheat in the conditions of the western part of the Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Lviv State Agrarian University*. 2008. № 12. С. 122–126.
8. Bilovus, G., Vashchysyn, O., & Prystatska, O. (2021). The harmfulness of fungal diseases of winter wheat in the conditions of the Western Forest Steppe. *Herald of Agrarian Science*, 99(3), 31-38.
9. Petrenkova, V.P., Kyrychenko, V.V., Chernyaeva, I.M., and others. Basics of selection of field crops for resistance to harmful organisms: training. manual under the editorship Kirichenka V.V., Petrenkova V.P., Kharkiv, 2012. 320 c.
10. Sabadin, V.Ya. (2020). Immunological characteristics of winter wheat varieties to diseases in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine. *Materials of the International Scientific and Practical Conference "Agrarian Education and Science: Achievements and Development Prospects"*, March 26-27, 2020. Bila Tserkva: BNAU, 122–124.
11. Antonyak, G.L., Kalynets-Mamchur, Z.I., Dudka, I.O., Babich, N.O., & Panas, N.E. (2013). Ecology of mushrooms: Monograph, Lviv, Lviv named after Ivan Franko.
12. Sugiyama, A. (2019). The soybean rhizosphere: Metabolites, microbes, and beyond—A review. *Journal of Advanced Research*, 19, 67-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.03.005>
13. Kuznetsova, Y.A., Bozhkov, A.I., & Menzyanova, N.G. (2018). Planting density and culture time of wheat seedlings affect

- their growth rate and exometabolite production. *Indian Journal of Plant Physiology*, 23(3), 557-563. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40502-018-0385-5>
14. Behrens, C.E., Smith, K.E., Iancu, C.V., Choe, J.Y., & Dean, J.V. (2019). Transport of anthocyanins and other flavonoids by the Arabidopsis ATP-binding cassette transporter AtABCC2. *Scientific Reports*, 9(1), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37504-8>
 15. Muhammad, Z., Inayat, N., Majeed, A., Ali, H., & Ullah, K. (2019). Allelopathy and Agricultural Sustainability: Implication in weed management and crop protection—an overview. *European Journal of Ecology*, 5(2), 54-61. DOI: <https://doi.org/10.2478/eje-2019-0014>
 16. Cheng, F., & Cheng, Z. (2015). Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy. *Frontiers in plant science*, 6, 1020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01020>
 17. Iqbal, A., Shah, F., Hamayun, M., Khan, Z. H., Islam, B., Rehman, G., ... & Jamal, Y. (2019). Plants are the possible source of allelochemicals that can be useful in promoting sustainable agriculture. *Fresenius Environ Bull*, 28(2A), 1052-1061.
 18. Schandry, N., & Becker, C. (2020). Allelopathic plants: models for studying plant–interkingdom interactions. *Trends in plant science*, 25(2), 176-185. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.11.004>
 18. Broeckling, C.D., Broz, A.K., Bergelson, J., Manter, D.K., & Vivanco, J.M. (2008). Root exudates regulate soil fungal community composition and diversity. *Applied and environmental microbiology*, 74(3), 738-744. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.02188-07>
 19. Musilova, L., Ridl, J., Polivkova, M., Macek, T., & Uhlik, O. (2016). Effects of secondary plant metabolites on microbial populations: changes in community structure and metabolic activity in contaminated environments. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(8), 1205. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms17081205>
 20. Guerrieri, A., Dong, L., & Bouwmeester, H.J. (2019). Role and exploitation of underground chemical signaling in plants. *Pest management science*, 75(9), 2455-2463. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.5507>
 21. Korniyuchuk, M.S. (2015). Methods of controlling the phytosanitary condition of field crops. Collection of scientific works of the National Science Center, Institute of Agriculture of the National Academy of Sciences, (2), 152-163.
 22. DSTU 7847:2015 Soil quality. Determination of the number of microorganisms in the soil by the method of sowing on a solid (agarized) nutrient medium [Valid from 01.07.2016] (National Standard of Ukraine).
 23. Myrchynk, T.G. (1988). Soil mycology. Emtsev, V.T. (ed.), Textbook.
 24. Colin, K.C., Elizabeth, M.J., & David, W.W. (2013). Identification of pathogenic fungi, 2nd Edition. In: David W. (Ed.), Health Protection Agency. Wiley-Blackwell, USA.
 25. Koval, E.Z., Rudenko, A.V., & Voloshchuk, N.M. (2016). Penicillia: a guide to the identification of 132 species (reducers, destructors, pathogens, producers). Varbanets, L. D. (Ed.). Kyiv: National Research and Restoration Center of Ukraine.
 26. Kryvtsova, M.V., & Nikolaychuk, M.V. (2011). Ecology of microorganisms: a study guide. Uzhhorod National University, Biologist. f-t. Uzhhorod, 2011. 184 p.
 27. Zhdanova, N.M. (2002). Monitoring of myxomycetes when determining the sanitary condition of soils / Agroecological monitoring and certification of agricultural lands. Kyiv, Phytosocial Center, 146-152.
 28. Bryden, W.L. (2007). Mycotoxins in the food chain: human health implications. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 16(S1), 95-101.
 29. Golovchak, N. (2007). The structure and effect of mycotoxins on living organisms.

- Visnyk of Lviv University, 43, 33-47.
30. George N. Plant pathology. Agrios. USA: Department of Plant Pathology University of Florida. 5th ed., 2005. 922p.
31. Atallah, Z.K., & Subbarao, K.V. (2012). Population biology of fungal plant pathogens. Plant fungal pathogens: methods and protocols, 333-363.
-

Beznosko I., Didyk Yu., Palamarchuk S. (2023)

PHYTOPATHOGENIC MYCOBIOTA IN AGROCENOSSES OF CULTURAL PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL FOREST STEPPE OF UKRAINE.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 84-98.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48296>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.008](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.008)

Abstract. Intensive development of phytopathogenic micromycetes in the agroecosystems of cultivated plants leads to significant crop losses, deterioration of its quality and reduction of plant productivity. Phytopathogens are a powerful factor in biological pollution of agroecosystems. The purpose of our study is to determine the number and species composition of micromycetes on the leaves of sunflower plants of Dushko and Oliver hybrids and winter wheat of Podolyanka and Skagen varieties in the agroecosystems of the Central Forest Steppe of Ukraine.

Studies of the mycobiome of the leaves of sunflower plants have shown that the number of micromycetes is significantly influenced by the biological features of the investigated sunflower hybrids and their cultivation technologies. It was established that the number of phytopathogenic micromycetes on the vegetative organs of the investigated hybrids under the organic technology of sunflower cultivation was at the level of the traditional technology and varied between 14.6 and 19.9 thousand CFU/g of dry leaf. The species composition of micromycetes on the leaves of sunflower plants was determined and it was established that the dominant fungi are the following genera: *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, *Alternaria* Nees, *Penicillium* Link; Fr, *Fusarium* Link and *Cladosporium* Link. They were characterized by a different frequency of occurrence during the growing season, which ranged from 15 to 70%.

According to the results of the research of the mycobiome of the leaves of winter wheat plants, it was established that the number of micromycetes on plant leaves ranged from 0.9 to 3.8 thousand CFU/g of dry leaf and significantly depended on the cultivation technology and biological characteristics of plants of different breeding origins. Metabolites of Podolyanka winter wheat plants under conditions of both traditional and organic growing technology stimulated the development of micromycetes in the mycobiome of vegetative organs of plants. Metabolites of Skagen winter wheat plants under conditions of different cultivation technologies restrained the development of micromycetes at an ecologically safe level. The species composition of micromycetes on the vegetative organs of winter wheat plants was determined, and it was established that under the conditions of traditional growing technology, the dominant micromycetes were the species *F. oxysporum*, *F. graminearum*, and *B. sorokiniana* with a frequency of occurrence of 55 to 70%. And in the conditions of organic cultivation technology - *F. oxysporum* and *T.viride*, the frequency of which was 50%.

Micromycetes of these genera are toxin-producing species that contaminate agricultural crops with mycotoxins, which poses a danger to animal and human health.

Keywords: phytopathogens, CMU, sunflower, winter wheat, varieties and hybrids, mycobiome, vegetative organs, biological pollution of ecosystems.

БІОРІЗНОМАНІТТЯ КОМАХ-ДЕНДРОБІОНТІВ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Л.В. ВАГАЛЮК,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри екології агросфери та екологічного контролю
lvagaluk@gmail.com, ORCID:0000-0001-5023-3919

М.О. РИБАЛКО,

аспірант кафедри екології агросфери та екологічного контролю
n.rybalko@ukr.net, ORCID:0009-0007-6366-3310
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. Відомо, що на території України у XX ст. було відомо понад 25 000 видів комах. Комахам належить одна із основних екологічних функцій, а саме роль у кругообігу речовини, енергії та інформації, що забезпечує екологічну стабільність. До останнього часу роль і значення біорізноманіття в сучасному сільському господарстві фактично не досліджували. Наразі, точно не відомо скільки видів комах мешкає в агроландшафтах, але на думку провідних фахівців – не менше двох третин від загалу ентомофауни країни. З урахуванням екологічних чинників, які складають загрозу біорізноманіттю, надзвичайно актуально є дослідження стану та природної динаміки фауни комах, а також розробка заходів із збереження видового біорізноманіття агроландшафтів України.

Визначено таксономічну структуру деревних та чагарникових насаджень полезахисних лісових смуг, яка складається із 5 родин (*Fagaceae*, *Salicaceae*, *Tiliaceae*, *Rosaceae*, *Aceraceae*).

Проведено оцінку стану біорізноманіття ентомофауни дендробіонтів Північного Лісостепу України упродовж вегетаційних сезонів 2021-2022 років. Встановлено, що ентомокомплекс дендробіонтів включає 320 видів комах, які належать до 29 родин із 8 рядів. Найбільшу кількість родин було зафіксовано у таких рядах: *Coleoptera* та *Lepidoptera* вони мали 8 та 6 родин відповідно. Ряд *Hemiptera* і *Diptera* по 4 родини відповідно; інші ряди виявились менш чисельнішими.

Ключові слова: Комахи-дендробіонти, агроландшафти, полезахисні лісові смуги, трофічні зв'язки

Вступ.

Однією з причин збіднення біорізноманіття є антропогенне навантаження на довкілля, яке призводить до деградації або повного знищення природних ландшафтів. Проявом цього є фрагментація природних територій, які в результаті перетворюються на невеликі території, що оточені орними землями, населеними пунктами, дорогами тощо. Провідні екологи визнали, що суттєвий вплив на рівень біорізноманіття має антропогенний тиск на навколишнє природне середовище (М.М. Лісовий, В.М. Чайка, 2008, Ю.Р. Шеляг-Сосонко, 2003).

Комахам належить домінуюча роль у кругообігу речовини, енергії та інформації, що забезпечує екологічну стабільність. Вони займають основні рівні планети і беруть участь у різноманітних екологічних процесах і відіграють значну роль у функціонуванні екосистем. Роль біорізноманіття та його стану в сучасному сільському господарстві фактично не досліджували. На сьогодні немає точної кількості видів комах, що мешкають в агроландшафтах, але на думку фахівців – не менше двох третин від загалу ентомофауни України (Л.В. Вагалюк, М.М. Лісовий, 2023).

Аналіз літературних даних свідчить щодо наявності тісного зв'язку між безхребетними та рослинами агробіоценозів. Різні види культурних рослин та різноманітних бур'янів слугують джерелом корму для різних видів комах-фітофагів, з ними тісно пов'язана життєдіяльність як зникаючих, рідкісних видів, так і шкідливих видів комах (Ю.Р. Шеляг-Сосонко, 2003).

До основних шкідливих видів сільськогосподарських культур від-

носять не більше 1% видів комах-фітофагів, але під час застосування хімічних засобів захисту рослин під пестицидний прес підпадає майже уся ентомофауна, що веде до збіднення агробіорізноманіття (Лісовий М.М., 2008, Vagaliuk L.V., 2021, Сюткіна Н.Х. та інші, 2018).

Лісозахисні насадження в агроландшафтах виконують різноманітні функції, зокрема одна із найпоширеніших та корисних є те, що вони являються місцями укриття для багатьох видів тварин. Однак рівень біорізноманіття ентомофауни полезахисних лісосмуг насаджень та вплив на нього антропогенних чинників досліджено недостатньо.

Мета роботи. Мета роботи полягала у дослідженні ентомокомплексу комах-дендробіонтів полезахисних лісових смуг та визначенні трофічних зв'язків з культурними рослинами прилеглих агробіоценозів.

Матеріали і методи дослідження.

Полеві дослідження проводили в агроландшафтах агрофірми “Данилівська” (с. Данилівка) Фастівського району, Київської області впродовж вегетаційних сезонів 2021-2022 рр. (рис. 1).

Об'єктом досліджень були популяції домінуючих видів комах-дендробіонтів деревних та чагарникових насаджень лісосмуг, що межують з агроценозом конюшини (І та II укіс). Посіви конюшини розміщались на полі площею 3 га (сорт «Агрос 12», попередник пшениця озима).

Збір ентомофауни проводили за рекомендованими методами фауністичних досліджень в ентомології і обліку чисельності комах, один раз

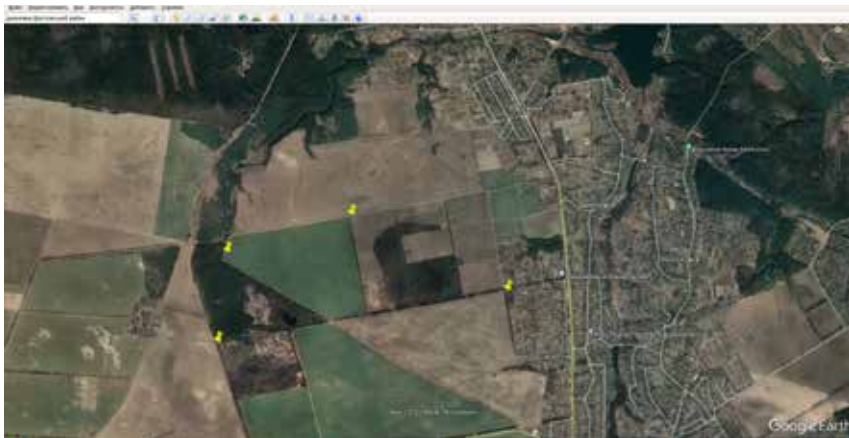


Рис. 1. Досліджуваний агроландшафт та місця проведення фауністичних обліків біорізноманіття комах-дендробіонтів в агроценозах с. Данилівки (Google Earth)

на 7-10 діб на стаціонарних ділянках. Найбільш поширений спосіб збору комах – косіння ентомологічним сачком. Для вилову дрібних комах (наприклад, попелиці та інші фітофіли) використовується ексгаустер або всмоктувач. Аналізували видове багатство, рясність популяцій різних видів комах-дендробіонтів та їх трофічні зв'язки.

Таксономічну приналежність ентомологічних зборів та види комах визначали за допомогою визначників (Лісовий М.М., 1999).

Результати дослідження та їх обговорення.

У результаті польових досліджень було визначено таксономічну структуру деревних та чагарникових насаджень полезахисних лісових смуг, що межують з агроценозом конюшини. Встановлено, що видовий склад дослідної лісосмуги дещо збіднений і представлений такими деревними і чагарниковими насадженнями з ро-

дин: Fagaceae, Salicaceae, Tiliaceae, Rosaceae, Aceraceae.

Аналіз фауністичних зборів на дослідженій території виявив 320 видів комах-дендробіонтів із 29 родини 8 рядів. Таксономічну структуру ентомокомплексу дендробіонтів за родинами наведено на рисунку 2.

Як видно на рисунку 2, найбільшу кількість родин було зафіксовано у таких рядах: Coleoptera та Lepidoptera вони мали 8 та 6 родин відповідно. Ряди Hemiptera і Diptera мали по 4 родини, інші ряди виявились менш чисельнішими.

Відомо, що таксономічна структура ентомокомплексу залежить від сезону вегетації, зокрема від абіотичних чинників, таких як особливості добових ритмів різних видів та погодних умов (Вагалюк Л.В., 2017). Так, наприклад у деяких комах максимальна активність спостерігається в другій половині дня, до таких комах відносяться попелиці, трипси та інші. А також такі види як *Otiorrhynchus ligisticus* (Linnaeus, 1758), деякі цикади

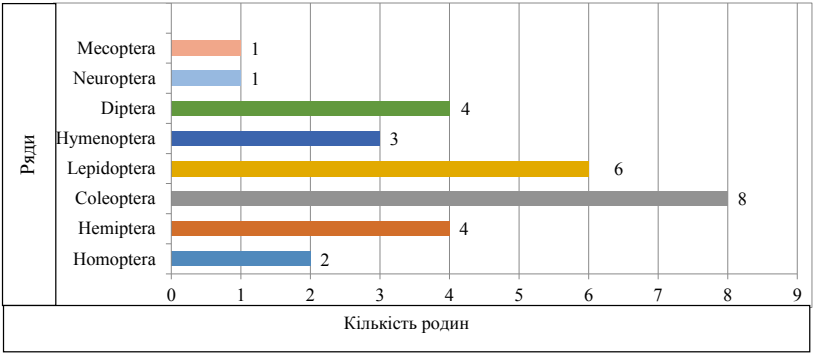


Рис. 2. Таксономічна структура ентомокомплексу пожезакисних смуг за родинами

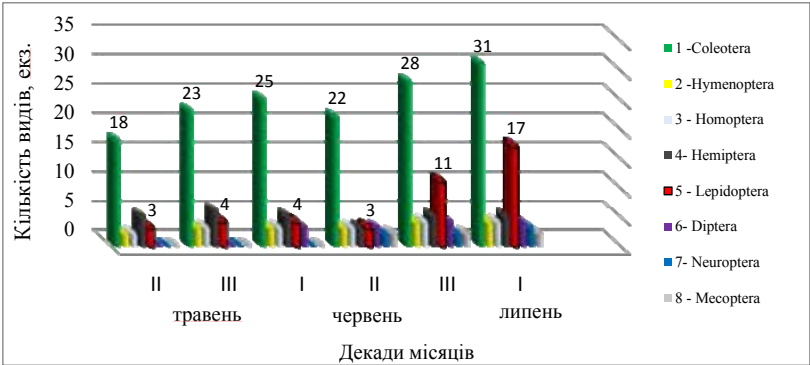


Рис. 3. Динаміка рясності видів комах-дендробіонтів в першій половині вегетаційного сезону

– сутінкові або навіть нічні комахи. Крім добового ритму, структура ентомофауни може змінюватися також протягом року, в залежності від фенології окремих видів комах. У зв’язку з цим, у лісосмугах впродовж сезону вегетації реєструється динаміка ентомокомплексу. Поступове збільшення видової рясності комах-дендробіонтів спостерігалось з початку вегетаційного сезону (рис. 3). Як показано на рисунку, кількість видів комах з домінуючого ряду Coleoptera збільшується, з середини травня до липня місяця, з 18 до 31 виду відповідно. У ряді Lepidoptera кількість видів помітно

збільшилась лише в середині літа, що обумовлено певними особливостями фенології лускокрилих. Інші ряди-комах-дендробіонтів за кількістю видів були менш рясними.

Збір врожаю конюшини розпочався з II декади липня, що суттєво вплинуло на стан ентомофауни дендробіонтів у досліджених пожезакисних лісосмугах. Так, на рисунку 4 наведено кількість видів комах-дендробіонтів у лісосмугах, що межують з агроценозом конюшини після скошування культури. Було зафіксовано значне зниження кількості видів комах у період з II по III декаду липня. На при-

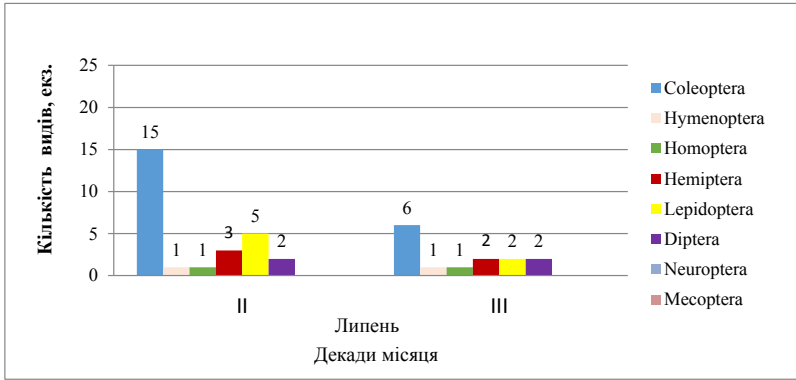


Рис. 4. Динаміка стану ентомофауни дендробіонтів агроценозу (після скошування конюшини)

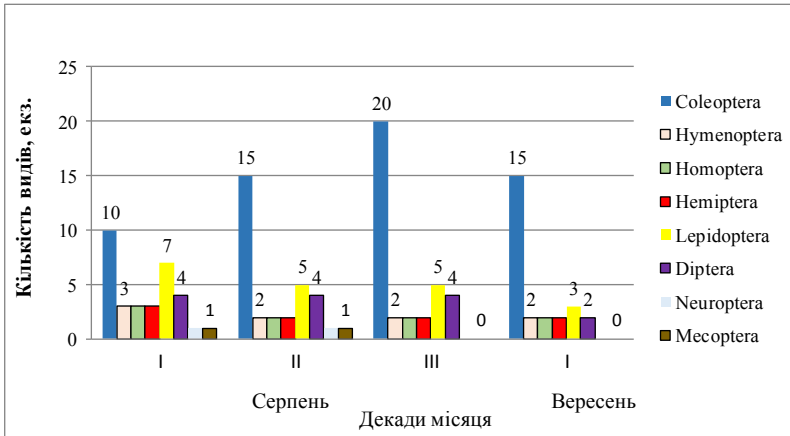


Рис. 5. Стан ентомофауни комах-дендробіонтів в кінці вегетаційного сезону

кладі домінуючих рядів Coleoptera та Lepidoptera відмічені зміни у динаміці, так у ряді Coleoptera кількість видів комах зменшилась з 15 до 6, а у Lepidoptera – з 5 до 2. Деякі види комах з рядів Neuroptera та Mecoptera взагалі не були виявлені під час фауністичних зборів у цей період.

Поступове відновлення кількості видів комах-дендробіонтів спостерігалось з I декади серпня, що було обумовлено відростанням культури та міграцією комах на прилеглі те-

риторії (рис. 5). Впродовж I-III декади серпня кількість видів комах з ряду Coleoptera збільшилась з 10 до 20 видів. Подальше зменшення кількості видів комах відмічалось в ряді Lepidoptera з 7 до 3 видів відповідно. В інших рядах суттєвих змін в динаміці видів не спостерігалось.

Трофічні зв'язки комах в агроландшафтах перебувають під постійним контролем біотичних, абіотичних та антропогенних чинників. Вплив господарської діяльності є од-



**Рис. 6. Скосар люцерновий
кореневий (*Sitona longulus* Gyll.,
1834).**

ним із суттєвим факторів, який може змінювати не лише трофічні зв'язки комах, а й навколишнє середовище в цілому.

Такі комах, як бульбочкові довгоносики-ситони (*Sitona lineatus* Germ., 1847), слоник люцерновий або довгоносик листковий люцерновий (*Hypera postica* Gyllenhal, 1813) численні стебловіди такі як (*Lixus subtilis* Boh., 1826), ряд видів підгризаючих совок живляться молодими сходами і відростаючими частинами культурних рослин.

У період розвитку генеративних органів конюшини в лісосмузі з'являються ряд жуків (імаго і личинки), гусениці листогризучих совок, наприклад люцернова (*Heliothis virescens* Hfn., 1766), метелика лучного (*Loxostege sticticalis* Linnaeus,

1761), листкові, брунькові й плодові комарики-галиці з родини Cecidomyiidae. Насінням у зав'язі бобів живиться товстонижка конюшинова (*Bruchophagus rodii* Guss., 1933).

На прикладі скосяра люцернового кореневого (*Sitona longulus* Gyll., 1834) (рис. 6) досліджено трофічні зв'язки комах-дендробіонтів з рослинами агроценозу та лісосмугами, що межують з ним (рис. 7).

Біоценотична меліорація агроландшафту повинна здійснюватися з урахуванням трофічних зв'язків дендробіонтів, як з деревними та чагарниковими породами полезахисних насаджень, так і культурних рослин агроценозів. Видовий склад полезахисних насаджень повинен повною мірою забезпечувати біорізноманіття комах трофічним ресурсом (Вагалюк Л.В., 2021).

У результаті досліджень встановлено, що видовий склад полезахисних лісосмуг критично збіднений і не здатний в повній мірі забезпечити трофічним ресурсом наявне біорізноманіття комах-дендробіонтів. Отримані дані свідчать, що для збереження біорізноманіття ентомофауни необхідно підтримувати високий рівень різноманіття рослин, але надавати перевагу таким видам, які через трофічні зв'язки могли б забезпечувати життєдіяльність більшої частини комах.

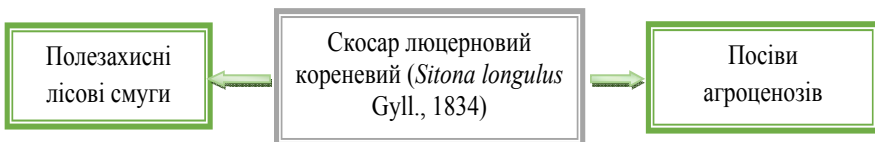


Рис. 7. Трофічні зв'язки комах-дендробіонтів на прикладі скосяра люцернового кореневого (*Sitona longulus* Gyll., 1834).

Висновки.

У результаті польових досліджень було визначено таксономічну структуру деревних та чагарникових насаджень полезахисних лісових смуг, що межують з агроценозом конюшини. Так, видовий склад дослідної лісосмуги представлений видами рослин з родин: Fagaceae, Salicaceae, Tiliaceae, Rosaceae, Aceraceae. Такий низький рівень видового різноманіття не здатний у повній мірі забезпечити трофічним ресурсом наявне біорізноманіття ентомофауни.

Встановлено, що наявне біорізноманіття комах-дендробіонтів включає в себе 320 видів комах, які належать до 29 родин із 8 рядів. Найбільшу кількість родин було зафіксовано у таких рядах: Coleoptera та Lepidoptera вони мали 8 та 6 родин відповідно. Ряд Hemiptera і Diptera по 4 родини відповідно; інші ряди виявились менш чисельнішими.

Сезонна динаміка чисельності популяцій домінуючих видів комах-дендробіонтів залежить від типу та статусу агробіоценозів з якими межують лісосмуги. Це обумовлено трофічними зв'язками комах-дендробіонтів з культурними рослинами, а також впливом антропогенних чинників на агроценоз, які впливають на характер міграцій комах.

References

1. Vagaliuk L.V. (2021). Vykorystannia ekomerezhi, yak zakhid z biotsenotychnoi melioratsii ahrolandshaftiv Ukrainy. International scientific and practical conference "Challenges, threats and developments in biology, agriculture, ecology, geography, geology and chemistry": conference proceedings, July 2-3. Lublin: "Baltija Publishing" doi <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-111-4-11>
2. Sheliakh-Sosonko Yu.R. (2003). Zberezhenia i nevysnazhlyve vykorystannia bioriznomanittia Ukrainy: stan ta perspektyvy. K.: Khimdzhest, 248 p.
3. Siutkina N.H., Miroshnychenko N.V., Miroshnychenko O.V., Lisovyy M.M. (2018). Otsinka vplyvu herbitsydneykh obrobok na stan ahrotsenoziv pshenytsi ozymoi. Vidnovlennia biotychnoho potentsialu ahroekosystem: materialy III Mizhnarodnoi konferentsii (11 zhovtnia 2018 r., m. Dnipro) / za red. Chornoi V.I., Dnipro: vydavnytstvo «Roial Prynt». pp. 63-65.
4. Vagaliuk L.V., Lisovyy M.M. (2023). Bioriznomanittia ta yoho zberezhenia: navchalnyi posibnyk. Kyiv, 310 p.
5. Lisovyy M.M. (2008). Ekolohichna funktsiia entomolohichnoho bioriznomanittia. Fauna komakh-fitofahiv derevnykh i chaharnykovykh nasadzhen Lisostepu Ukrainy: monohrafiia. Kamianets-Podilskyi: Aksioma, 2008. 384p.
6. Chaika V.M., Vagaliuk L.V. (2016). Methodical recommendations on definition of condition and measures for the preservation of entomological agrobiodiversity of dendrobionts in conditions of the Northern Forest Steppe of Ukraine. K.: Vydavnychy tsestr NUBiP. 28p.
7. Ministerstvo okhorony navkolyshnoho pryrodnoho seredovyscha Ukrainy nakaz 17.06.2009 N 313 Zareiestrovano v Ministerstvi yustytzii Ukrainy 13 lypnia 2009 r. za N 627/16643 [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0627-09>
8. Lisovyy M.M. (1999). Dovidnyk iz zakhystu roslyn. K.: Urozhai, 744 p.
9. Shostyi natsionalnyi zvit pro vykonannia Ukrainoiu Konventsii OON pro okhoronu biolohichnoho riznomanittia. [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: https://mepr.gov.ua/files/images/news_2019/31102019/CBD_all_UKR-fin.pdf

10. Vagaliuk L. (2021). Assessment of the state of entomofauna biodiversity on the sanitary protection zone of the poultry farm Kyivska // Naukovyi zhurnal «Biologichni systemy: teoriia ta innovatsii». Tom 12(2). <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/15482> doi <https://doi.org/10.31548/biologiya2021.02.004>.
11. Vagaliuk L. (2017). Trophic connections of entomofauna-dendrobionts in forest-steppe agrolandscapes of Ukraine. *Balanced nature management*. B.4. pp. 59-62. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2017_4_13

Vagaliuk L., Rybalko M. (2023)

BIODIVERSITY OF INSECT DENDROBIONTS IN FOREST SHELTERBELTS OF THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 99-106.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48698>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.009](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.009)

Abstract. In the twentieth century, more than 25,000 species of insects were known to exist on the territory of Ukraine. Insects have one of the main ecological functions, namely, their role in the cycle of matter, energy and information, which ensures ecological stability. Until recently, the role and importance of biodiversity in modern agriculture has not been studied. Currently, it is not known exactly how many species of insects live in agricultural landscapes, but according to leading experts, it is at least two-thirds of the total entomofauna of the country. Taking into account the environmental factors that pose a threat to biodiversity, it is extremely important to study the state and natural dynamics of the insect fauna, as well as to develop measures to preserve the species biodiversity of Ukrainian anrolandscapes.

The taxonomic structure of tree and shrub plantations of shelterbelts consisting of 5 families (Fagaceae, Salicaceae, Tiliaceae, Rosaceae, Aceraceae) was determined.

The state of biodiversity of the entomofauna of dendrobionts of the Northern Forest-Steppe of Ukraine during the growing seasons of 2021-2022 was assessed. It was found that the dendrobiont entomocomplex includes 320 species of insects belonging to 29 families of 8 orders. The largest number of families was recorded in the following orders: Coleoptera and Lepidoptera with 8 and 6 families, respectively. The orders Hemiptera and Diptera had 4 families each; other orders were less numerous.

Key words: Dendrobiont - insects, agricultural landscapes, protective forest strips, trophic chain.

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE STATE OF PHYTOCENOSSES OF HOLOSIIV PARK NAMED AFTER MAKSYM RYLSKYI OF THE CITY OF KYIV

A. SALNIKOVA,

candidate of agricultural sciences, senior lecturer of the Department of General Ecology, Radiobiology, and Life Safety
<https://orcid.org/0000-0001-6706-2140>

O. STRASHOK,

candidate of biological sciences, Associate professor of the Department of Landscape Architecture and Phytodesign
<https://orcid.org/0000-0002-2779-7692>

S. SKRIT,

a 1st-year master's student
<https://orcid.org/0009-0004-7851-8720>

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Abstract. Anthropogenic load on natural phytocenoses is manifested by disturbance of plant cover, synanthropization of the floristic composition of groups, destruction of plant distribution areas, reduction of biodiversity, and changes in plant growth and development conditions. The degree of anthropogenic load on natural phytocenoses is a global problem that requires detailed study and monitoring studies, especially in the conditions of urban ecosystems.

The natural conditions affecting the state of the phytocenoses of Holosiiv Park named after Maxim Rylskyi city of Kyiv according to physical and geographical, climatic, edaphic, and orographic features.

The influence of anthropogenic activity in the experimental plots was determined and the level of anthropogenic pressure on the state of the phytocenoses of Holosiiv Park named after Maxim Rylskyi city of Kyiv was carried out by analyzing available sources of industrial production, transport, etc. It has been established that Holosiiv Park named after Maksym Rylskyi is subjected to constant anthropogenic load, in particular, intensive recreational use, atmospheric air pollution has been established, which leads to the impoverishment of biodiversity in certain areas of the park.

The level of atmospheric air pollution in the territory adjacent to the experimental sites was assessed using computational and instrumental methods. It was established that the estimated CO level exceeds the standards by 8 times on Holosiivskyi Avenue and by more than 30 times at the intersection of Maksym Rylskyi Street and Holosiivskyi

Avenue. The analysis of the state of the atmospheric air using instrumental research methods did not show an excess of the content of the main pollutants, however, according to the Air Quality Index, it is moderately polluted by the content of dust with a diameter of 2.5 microns.

The study of the state of the phytocenoses of Holosiiv Park named after Maksym Rylsky of the city of Kyiv within the experimental plots was carried out by studying their floristic composition and evaluating the ecological groups of plants. Because it is the analysis of ecological groups of plants that makes it possible to assess the ecological conditions of plant groups, the place of growth, and phytocenotypes of plant species that are part of the phytocenosis, that is their role in the formation of the phytocenosis.

The ecological assessment of the state of phytocenoses of Holosiiv Park named after Maksym Rylsky of the city of Kyiv was carried out using the method of bioindication and lichen indication (lichen research). These methods make it possible to determine the level of anthropogenic load acting quickly and relatively easily on phytocenoses within the experimental plots. To determine the state of the trees in the experimental plots, the method of assessing the asymmetry of morphological structures was used (using the example of the hanging hornbeam *Carpinus betulus* L.).

A comparison of the floristic composition and the state of the phytocenoses showed that plot No. 1 has a depressed state, plants do not grow evenly, and drying of trees was observed. Plot No. 2 has the best condition, the plants of the plot are characterized by the best indicators of growth and development, the largest number of species, and the frequency of occurrence of species. Site No. 3 did not record significant degradation of the phytocenosis, but there is a certain mosaic of the phytocenosis, which may be due to atmospheric air pollution and significant recreational pressure, in particular, trampling.

Plot No. 2 and Plot No. 3 have the highest coefficient of species composition commonality. Common plant species in the respective areas are: *Carpinus betulus* L., *Anemonoides ranunculoides* L., *Ficaria verna*, *Trifolium repens* and *Corydalis solida*.

Key words. Phytocenosis, assessment of anthropogenic load, species composition, urboecosystem, environmental pollution.

Introduction.

Phytocenoses are groups of plant organisms that play an important role in providing many ecosystem services of natural areas (Tokareva T.G., 2019, Shishchenko P.G. and other, 2019). The state of plant communities affects the preservation of biodiversity, as they have genetic potential and adaptive capabilities during changes in the environment. Contribute to the preservation of ecological balance, as they ensure the performance of a number of important biosphere functions.

The state of forest ecosystems depends on the state of the environment, in particular, the content of pollutants, which leads to significant transformational changes in plant communities. To ensure the preservation of biodiversity and resistance of forests to adverse environmental impacts, its control is required. That is why it is necessary to monitor the state of plant communities in areas subject to constant anthropogenic stress (Warning R.H. and other 2010).

Urban ecosystems are the most vulnerable to the action of anthropogenic

factors, because in these natural-anthropogenic systems these factors are constantly active. Plant communities located within urban ecosystems are affected by such effects as:

Environmental pollution. In urban environments, there is pollution of the atmosphere, water resources, and soils, which can lead to a decrease in the diversity of plant and animal species, a decrease in the number of useful bacteria and microorganisms.

Changing the landscape. Due to the construction and development of infrastructure in cities, natural biotopes decrease, which leads to a decrease in the number of natural ecosystems and an increase in the number of artificial ones (Mihely S.V., 2013).

Excessive construction. Excessive development of the territory, including the development of green areas such as parks and squares, can lead to a decrease in the number of plants and animals (Svets V.V. and other, 2013).

Climate change. As a result of anthropogenic influence on the climate, changes in the temperature regime, wind regime and amount of precipitation can occur, which can lead to changes in the vegetation cover and the distribution of species (Shevtsov A., 2021).

Introduction and invasive species. As a result of the introduction of new species of plants and animals into urban ecosystems, there may be a decrease in biodiversity and an increase in the number of invasive species that can compete with local species (Bozhko E., Ozhynska Yu., 2022).

Ecological assessment of the state of phytocenoses is carried out by various methods of determining the species composition of plant communities (Havrylenko, 2021, Myroshnyk N.V. and other, 2021, bioindications (Miro-

shnyk N.V. and other, 2022, Onyshchenko V.A. and other, 2020). It is also important to determine the state of the natural environment of the area where the studied plants grow.

To protect phytocenoses, it is necessary to take urgent measures, which include the preservation of species, control of the introduction of invasive species, rational use of resources and reduction of pollution.

Research materials and methods.

Holosiivskyi National Nature Park is a unique natural complex of historical, cultural, educational, scientific, recreational, and aesthetic significance, located in the southwest of Kyiv. On the territory of the Holosiivsky district there are three objects of the nature reserve fund: Holosiivskyi Park, Holosiivskyi Park named after Maksym Rylsky, and the Botanical Park of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine (Vasylyuk O.V., 2020).

The park is in the southern part of the city of Kyiv, in the Holosiivskyi district, within a section of the forest massif, separated from the main massif by transport roads and residential buildings. The area of the park is 140.9 hectares.

A comprehensive method of assessing the ecological state of phytocenoses was chosen for conducting research, which involved the use of such methods as: the observation method, the lichen indication method, the method of fluctuating leaf asymmetry, and the calculation method of assessing the impact of motor vehicles.

The observation method is based on the floristic description and phenological observations of the phytocenoses of



Figure 1. – Layout of experimental plots in Holiiv Park named after Maksym Rylskyi

the studied areas. Experimental plots of 500 m² (25×25 m) with different influence of anthropogenic factors were selected for the research (Fig. 1). Experimental site 1 is located near the entrance to the Holiiv Park named after Maksym Rylskyi, the terrain is flat with a very gentle slope (less than 3°), there is an influence of recreation and traffic pollution. Experimental site 2 is in the depths of Holiivsky Park and is characterized by minimal human influence, the topography of the site is slightly undulating. Experimental site 3 - near the Holiivska metro station, the surface is terraced.

In the study of the projective coverage of areas, the method using the L.G. grid was used. Ramensky grid is a frame with a wire stretched over it, calculated in such a way that the area of one cell is 1 cm². The commonality coefficient of the species composition is calculated according to Jaccard's formula.

Areas with different density of trees measuring 10x10m were selected for lichen indication. The number of trees is counted, and each tree is examined in the studied areas at a height of 30 to 150 cm. The H. Truss scale was used to

determine air pollution by species composition of lichens.

Determining the estimated level of atmospheric pollution with carbon monoxide was monitored by the traffic load of Holiivskyi Avenue at 8:00 a.m., 1:00 p.m. and 6:00 p.m. Determination of air quality in Kyiv was carried out using portable dust and gas analyzers SEM DT 9881M and K-600 Gas detector according to generally accepted methods and approaches at 1.5 m from the road at a height of up to 1 m.

The impact of pollution on woody species was determined using the method of fluctuating leaf asymmetry to assess the stability of the development of plant organs (on the example of leaves of common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) under conditions of anthropogenic influence.

Research results and their discussion.

The dominant plant grouping of the experimental site is a maple-ash association with three distinct tiers. The first tier is mossy, the second tier is grassy, and the third is wooden. Edifying plants

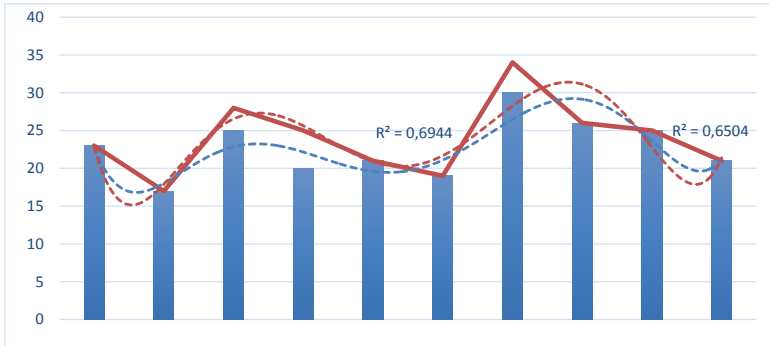


Figure 2. – The results of lichen-indication at site No. 1 (near the entrance to the park named after Maksym Rytskyi)

are forget-me-not (*Myosotis arvensis*) and common dandelion (*Taraxacum officinale*).

On the territory of plot No. 2, horn-beam-oak forest prevails. The layering is represented by three layers: lichen, grass, and wood. You can also find here such edifying plants as: dense gorse (*Corydalis solida*) and European hooves (*Asarum europaeum* L.), which indicate a low content of nutrients in the soil, and there is also sweet-scented fennel (*Galium odoratum*), it is indicator of excessive humidity of the territory.

Experimental plot No. 3 – near st. Holosiivska, terraced surface. A plant association dominated by white willow (*Salix alba* L.), the phytocenosis has three layers: lichen, grass, and tree. Edifying plants: plantain (*Plantago major* L.) and rough sedge (*Glechoma hirsuta*), they indicate moist environmental conditions.

It was established that the highest coefficient of commonality of the species composition has Plot No. 2 and Plot No. 3 according to Jacquard's formula. Common plant species in the respective areas are: *Carpinus betulus* L., *Anemonoides ranunculoides* L., *Ficaria verna*, *Trifolium repens* and *Corydalis solida*.

Licheo-indication, which was carried out on experimental sites, showed that in experimental site No. 1 the percentage of leafy lichens is very small, and scaly lichens - 18 to 30%, the average value of the degree of lichen coverage of tree trunks is 24.9% (Fig. 2), this can testify to the significant anthropogenic load of the territory. According to the Brown-Blanquet scale, the area corresponds to 2 points, the degree of coverage is 5-20%.

At experimental site No. 2, scaly lichens covering tree trunks range from 37 to 55%, the degree of coverage by leafy lichens is approximately 12%, and scaly lichens - 10%. The average value of lichen coverage of tree trunks is 53.8% (Fig. 3). According to the Brown-Blanquet scale, the area corresponds to 4 points, the degree of coverage is 50-75%.

On plot No. 3, which is located near the Holosiivska metro station, calcareous and leafy lichens prevail, there are no bushy lichens. Point on the Brown-Blanquet scale 3 – degree of lichen coverage from 25 to 50%.

The percentage of calcified lichen coverage of breakthrough area No. 3 ranges from 14 to 42%, the degree of

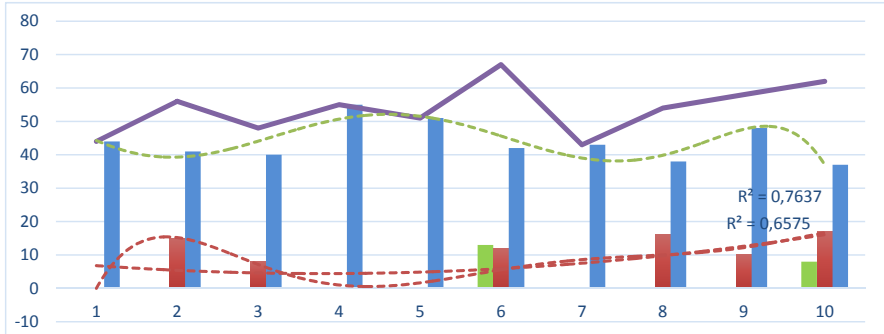


Figure 3. – The percentage ratio of the number of lichens in plot No. 2, Holosiivsky forest

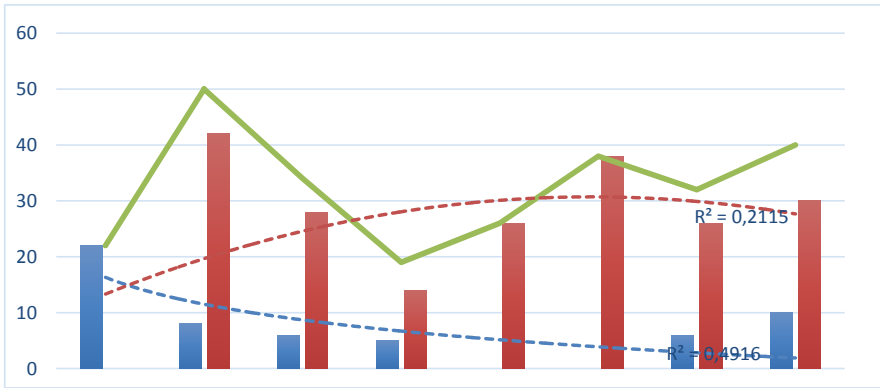


Figure 3. – The percentage ratio of the number of lichens in plot No. 2, Holosiivsky forest

leafy coverage is 14%. The average value of the degree of lichen coverage of tree trunks is 33% (Fig. 4).

Determining the condition of tree species will allow us to draw a conclusion about the level of anthropogenic load on the experimental areas; for this, the method of determining the fluctuating asymmetry of leaves was used with the use of Hornbeam *Carpinus betulus* L., since this species was common to all experimental areas.

Studies have shown that plot No. 1 and No. 3 are determined by increased values of fluctuation according to characteristic 2, 3 and 5, which may be

caused by a greater anthropogenic load, which negatively affects the morphological characteristics of plants. However, according to the integral indicator (Table 1), the population is in a state of conditional norm – plot No. 1 and normal – plots No. 2 and 3.

To carry out an ecological assessment of the phytocenosis, it is also necessary to assess the state of the atmospheric air in the studied area and the territories adjacent to them. For this purpose, instrumental (using gas analyzers) and calculation methods for assessing the level of atmospheric air pollution were carried out.

1. Integral index of fluctuating asymmetry of the population of *Carpinus betulus* L. in the territory of Hosiiv Park named after M. Rylskyi

No	Name of the research area	Average value of fluctuating asymmetry for each feature					Average value of asymmetry	Rating	Characteristics of the state of the environment
		1	2	3	4	5			
1.	Plot No 1	0,026	0,071	0,065	0,038	0,033	0,050	1	conditional norm
2.	Plot No 2	0,019	0,042	0,039	0,028	0,017	0,028	0	norm
3.	Plot No 3	0,022	0,067	0,056	0,035	0,028	0,042	0	norm

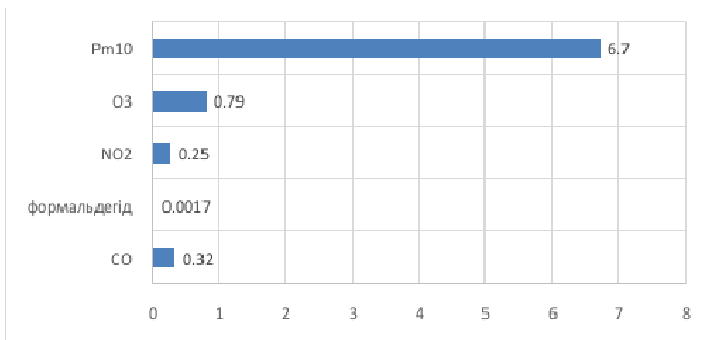


Figure 5. Results of air quality measurement in the Hosiivskyi District (Hosiivskyi Prospekt St.) of Kyiv, mg/kg

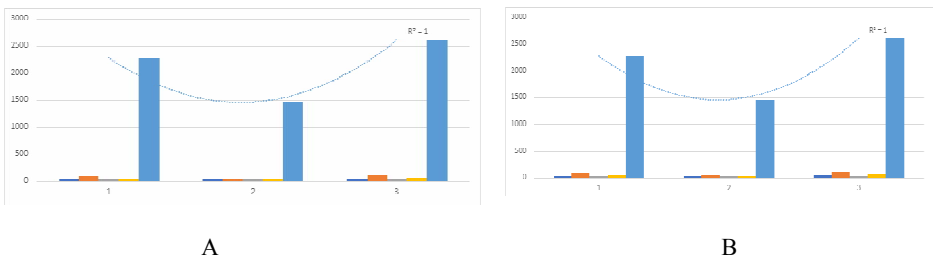


Figure 6. Traffic congestion of highways at 8:00 a.m. (1), 1:00 p.m. (2) and 6:00 p.m. (3) a – the intersection of Maksym Rylskyi Street and Hosiivskyi Avenue b - st. Hosiivskyi prospect

The results of measuring air quality with portable gas analyzers (Fig. 5) showed that the maximum permissible concentrations (maximum one-time) were exceeded for ozone by 4.9 times, nitrogen dioxide by 3.8 times. The content of formaldehyde and carbon mon-

oxide is within the MPC. The content of dust particles in the air of the studied area is slightly increased, which is caused by weather and climate conditions.

Monitoring the traffic at the intersection of Maksym Rylskyi Street and

Holosiivskyi Avenue and St. Holosiivskyi Avenue by motor vehicle (Fig. 6) showed that the largest share is passenger cars.

The calculated total emission of carbon monoxide from 5 categories of transport on Holosiivskyi Avenue is 43.8 mg/m³, while the intersection of Maksym Rylskyi Street and Holosiivskyi Avenue is 150.7 mg/m³.

Conclusions and perspectives.

Holosiiv Park named after Maksym Rylskyi is exposed to constant anthropogenic load, in particular, intensive use for recreational purposes, atmospheric air, and water pollution, which leads to the impoverishment of biodiversity, which requires measures to protect and preserve the ecosystem of the park.

Experimental site 1 is located near the entrance to the Holosiiv Park named after Maxim Rylsky is characterized by a flat topography with a very gentle slope (less than 3°), erosion processes are not observed. Experimental site 2, located in the Holosiiv forest (in the center), is characterized by minimal anthropogenic influence, the relief is slightly undulating, the hornbeam-oak forest prevails. Experimental site 3 Horikhuvaty pond (near the city of Holosiivska), terraced surface. Plant association with the predominance of white willow (*Salix alba* L.).

Plot No. 2 and Plot No. 3 have the highest coefficient of species composition commonality. Common plant species in the respective areas are: *Carpinus betulus* L., *Anemonoides ranunculoides* L., *Ficaria verna*, *Trifolium repens* and *Corydalis solida*. A particularly large share is made up of spring plants.

An assessment of the ecological state of the phytocenoses of the Maksym

Rylsky Holosiiv park was carried out using a comprehensive methodology. A comparison of the composition and state of phytocenoses showed that site No. 1 has a depressed state, plants do not grow evenly, and drying of trees is also observed. Plot No. 2 is in the best condition, plant groups have existed for several years and are capable of self-sustaining. Plot No. 3 does not have serious problems, unlike experimental plot 1, but plant groups grow in certain groups, which is the effect of trampling.

Determination of the quality of the environment by lichen indications showed that the tree trunks of plots 1 and 3 are dominated by calcareous and leafy lichens. Bushy lichens appear only in plot No. 2, which is an indicator of very clean air. The analysis of the degree of lichen coverage of tree trunks according to the Brown-Blanquet point scale and the H. Truss scale showed that the studied sites #2 and #3 are clean, and only site #1, which is located near the entrance to the park named after Maksym Rylskyi, has an average level of pollution. This is explained by the close location of the site near the highway.

Assessment of the stability of the development of tree trees, which is calculated as an integral indicator according to Zakharov, showed that plots No. 1 and No. 3 are under greater anthropogenic load, which negatively affects the morphological characteristics of plants.

The calculated method of assessing atmospheric air pollution with carbon monoxide from vehicles showed that emissions exceed 8 times on Holosiivskyi Avenue and more than 30 times at the intersection of Maksym Rylskyi Street and Holosiivskyi Avenue. Holosiivskyi Avenue is located close to the researched plot 1, and the street intersection is close to the researched plot

#3. Instrumental research showed that the most polluted streets of the Holo-siivsky District of Kyiv were Holo-siivskyi Prospekt. The high content was recorded of such substances as: carbon monoxide (CO), nitrogen oxide (NO₂) and formaldehyde.

According to the conducted research, it is possible to explain the depressed state of Site No. 1, as it is located almost on the highway, trampling is also increased compared to other experimental sites.

References

1. Tokareva T.G. Features of the phytocenosis structure in the urban ecosystem of the southern industrial centre. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. Vol. 315. P. 072012. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/315/7/072012>
2. Shishchenko P.G., Havrylenko O.P., Tsyganok E.Yu. Ecosystem value of the Holo-siiv forest as an urban nature conservation area: causes and consequences of degradation. Kyiv National University named after Taras Shevchenko. Kyiv, 2019. P. 10 (in Ukrainian)
3. Warning R.H., Running S.W. Forest ecosystems: analysis at multiple scales – 3rd ed., 2010. p.431
4. Mikheli S.V. Research on anthropogenic changes in landscapes in Ukraine: conceptual foundations, development centers, results. Scientific notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynskyi. Series: Geography. Vinnytsia, 2013. No. 25. P. 12–19. (in Ukrainian)
5. Shvets V.V., Kalinichenko V.S., Kudlayenko O.O. Analysis and improvement of the green framework of the city on the example of Vinnytsia. Modern technologies, materials and structures in construction. 2013. No. 1. P. 83 – 87. (in Ukrainian)
6. Shevtsov A. Impact of climatic changes on the biodiversity of the planet. Realities, problems, and prospects for the development of geography, tourism and the field of hospitality in Ukraine: materials of the 12th all-Ukrainian conference. student. - science conf. (Lviv, June 20-21, 2020). – Lviv: LNU named after Ivan Franko, 2021. P. 10-13 (in Ukrainian)
7. Bozhko E., Ozhyńska Yu. Plant invasions as a consequence of unsuccessful introduction. Flight. Modern problems of science: theses of reports of the 22nd International Scientific and Practical Conference of Graduates of Higher Education and Young Scientists. National Aviation University. Kyiv, 2022. P. 102-103. (in Ukrainian)
8. Vasylyuk O.V. New information on the history of the national nature park "Holo-siivskyi". Monitoring and protection of biodiversity in Ukraine / Series: "Conservation Biology in Ukraine". 2020. Vol. 3. No. 16. S. 497–499. (in Ukrainian)
9. Report on the state of the natural environment of the city of Kyiv for 2021 [Electronic resource] 2021 - Mode of access to the resource: https://ecodep.kyivcity.gov.ua/files/2022/12/30/dopovid_2021.pdf (in Ukrainian)
10. Geoinformation support for urban green space planning in the conditions of climate change (by the case of Kyiv) / O. Havrylenko et al. Geoinformatics, Online, 2021. URL: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521007>
11. Bioindication of megalopolis park ecosystems under aerotechnogenic loading / N. Miroshnyk et al. Folia Forestalia Polonica. 2022. Vol. 64, no. 1. P. 15–37. URL: <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0003>
12. Myroshnyk N.V., Tertychna O.V., Teslenko I.K. The gradient of anthropogenic load on the park ecosystems of the metropolis - K.: DU "Institute of Evolutionary Ecology of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2021. 92-98 p. (in Ukrainian)

13. Onyshchenko V.A., Virchenko V.M. Epiphytic and epixylic bryophyte communities of Holosiivskyi National Nature

Park. Ukrainian Botanical Journal. 2020. Vol. 77, no. 1. P. 23–33. URL: <https://doi.org/10.15407/ukrbotj77.01.023>

Сальнікова А.В., Страшок О.Ю., Скрип С.І. (2023).

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА СТАН ФІТОЦЕНОЗІВ ГОЛОСІЇВСЬКОГО ПАРКУ ІМЕНІ МАКСИМА РИЛЬСЬКОГО МІСТА КИЄВА

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 107-117.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/483068>

[https://doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.010](https://doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.010)

Анотація. Антропогенне навантаження на природні фітоценози проявляється порушенням рослинного покриву, синантропізацією флористичного складу угруповань, зниженням ареалів поширення рослин, скороченням біорізноманіття та зміною умов росту та розвитку рослин. Ступінь антропогенного навантаження на природні фітоценози є глобальною проблемою, яка потребує детального вивчення та проведення моніторингових досліджень, особливо в умовах урбоєкосистем.

Проаналізовано природні умови, які впливають на стан фітоценозів Голосіївського парку ім. Максима Рильського міста Києва за фізико-географічними, кліматичними, едафічними та орографічними особливостями.

Проведено визначення впливу антропогенної діяльності у зоні розташування дослідних ділянок та встановлено рівень антропогенного тиску на стан фітоценозів Голосіївського парку ім. Максима Рильського міста Києва здійснювалось шляхом аналізу наявних джерел промислового виробництва, транспорту, тощо. Встановлено, що Голосіївський парк імені Максима Рильського піддається постійному антропогенному навантаженню, зокрема, інтенсивному рекреаційному використанню, встановлено забруднення атмосферного повітря, що призводить до збіднення біорізноманіття на окремих ділянках парку.

Оцінено рівень забруднення атмосферного повітря прилеглої до дослідних ділянок території із використанням розрахункових та інструментальних методів. Встановлено, що розрахунковий рівень СО перевищують нормативи у 8 разів на проспекті Голосіївський та більш ніж у 30 разів на перехресті вулиці Максима Рильського та проспекту Голосіївський. Аналіз стану атмосферного повітря із використанням інструментальних методів дослідження не показало перевищення рівня вмісту основних забруднюючих речовин, проте за Індексом якості повітря є помірно забрудненим за показником вмісту пилу діаметром 2,5 мкм.

Дослідження стану фітоценозів Голосіївського парку імені Максима Рильського міста Києва у межах дослідних ділянок проводилось шляхом вивчення їх флористичного складу та оцінки екологічних груп рослин. Оскільки саме аналіз екологічних груп рослин дає змогу оцінити екологічні умови рослинних угруповань місце зростання та фітоценозотипи видів рослин, що входять до складу фітоценозу, тобто їх роль у формуванні фітоценозу.

Екологічна оцінка стану фітоценозів Голосіївського парку імені Максима Рильського міста Києва проводилась із застосуванням методу біоіндикації та ліхеноіндикації (дослідження лишайників). Ці методи дозволяють швидко та відносно легко визначити рівень антропогенного навантаження, яке діє на фітоценози у межах дослідних ділянок. Для визначення стану дерев на дослідних ділянках було використано метод оцінки асиметрії морфологічних структур (на прикладі граба повислого *Carpinus betulus* L.).

Порівняння флористичного складу та стану фітоценозів, показало, що ділянка №1 має пригнічений стан, рослини зростають не рівномірно спостерігалось засихання дерев. Ділянка №2 має найкращий стан, рослини ділянки характеризуються найкращими показниками росту і розвитку, найбільша чисельність видів та частотою зустрічання видів. Ділянка №3 не зафіксовано значної деградації фітоценозу, проте присутня певна мозаїчність фітоценозу, що може бути зумовлене забрудненням атмосферного повітря та значним рекреаційним тиском, зокрема, витоупуванням.

Найбільший коефіцієнт спільності видового складу має Ділянка №2 та Ділянка №3. Спільними видами рослин на відповідних ділянках є: Граб звичайний (*Carpinus betulus* L.), Анемона жовтецева (*Anemone ranunculoides* L.), Пішінка весняна (*Ficaria verna*), Конюшина повзуча (*Trifolium repens*) та Ряст щільний (*Corydalis solida*).

Ключові слова. Фітоценоз, оцінка антропогенного навантаження, видовий склад, урбоекосистема, забруднення довкілля.

ЗАХИСТ І КАРАНТИН РОСЛИН

УДК 631.5:633.88.

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.011](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.011)

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48293>

СТІЙКІСТЬ СОРТІВ НАГІДОК ЛІКАРСЬКИХ (*CALENDULA OFFICINALIS*) ДО АЛЬТЕРНАРІОЗУ

Ю.О. МИРОНОВА,

аспірантка кафедри фітопатології ім. академіка В.Ф. Пересипкіна

факультету захисту рослин біотехнології і екології

<https://orcid.org/0000-0001-7263-4940>,

ylia14myronova@ukr.net

О.В. БАШТА,

науковий керівник, кандидат біологічних наук,

доцент кафедри фітопатології ім. академіка В.Ф. Пересипкіна

факультету захисту рослин, біотехнології і екології

<https://orcid.org/0000-0003-4682-1595>,

elenabashta@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація. В статті описано особливості прояву та розвитку альтернаріозу на різних сортах нагідок лікарських (*Calendula officinalis*). Нагідки лікарські завдяки ряду фармацевтичних властивостей на сьогодні є однією з стратегічно важливих культур для лікарського рослинництва. Проте, безліч чинників що впливають на урожайність та якість сировини при їх вирощуванні зумовлюють низьку економічну ефективність їх культивування та як наслідок зменшення посівних площ.

Одним із таких чинників є хвороби нагідок лікарських, адже питання їх контролю є вивченим фрагментарно, а застосування хімічних фунгіцидів на лікарських рослинах заборонене. Альтернаріоз листя нагідок лікарських є однією з найпоширеніших і небезпечних хвороб нагідок лікарських, що викликають гриби *Alternaria zinnia* та *Alternaria calendulae*. Також, іноді трапляється ураження нагідок лікарських фітопатогенними грибами *Alternaria alternata* та *Alternaria porri*. Шкідливість хвороби проявляється в зниженні врожаю через пліснявіння насіння, зменшення фотосинтетичної поверхні листя і забрудненні фармакологічної сировини метаболітами гриба, які можуть бути фіто- або мікотоксинами.

Природна стійкість лікарських рослин до ураження чи пошкодження шкідливими організмами дозволяє отримувати високі врожаї сировини без

додаткових витрат на захист від хвороб. Створення та впровадження у виробництво високопродуктивних стійких сортів лікарських рослин – запорука стабільного врожаю сировини для фармацевтичної промисловості. Тому, одним із шляхів контролю поширення та розвитку хвороб є вирощування стійких сортів, проте це питання теж є недостатньо вивченим. Для вирішення цього питання в період 2020-2022 років було оцінено стійкість до альтернаріозу 30 сортів нагідок лікарських: Абрикос, Абрикосовий джем, Гітана, Дежавю, Джига джига, Індійський принц, Каблуна голд, Каліфорнійська махрова, Кендімен, Крембрюле, Монарх, Пінк Сюрпрайз, Помаранчеве серце, Зелене серце, Золоті кулі, Монарх, Помаранчевий король, Принцеса, Радіо, Рудий лікар, Тач оф ред, Фієста, Цитрон, Цитронгельб, Чарівне сарі, Червоне серце, Щербет.

Під час проведення дослідження стійкості різних сортів нагідок лікарських до хвороб було встановлено різницю в поширеності та розвитку альтернаріозу на різних сортах.

Було встановлено, що найбільшу стійкість до збудника альтернаріозу мали такі сорти як: Чарівне сарі, Гітана, Дежавю, Тач оф ред, Помаранчевий король, Золоті кулі та Фієста.

Висока стійкість до збудника альтернаріозу спостерігалася у сортів Каблуна голд, Монарх, Помаранчеві кулі, Червона, Ред Баф, Зелене серце, Мандарин твіст, Крембрюле, Цитронгельб, Шовковий поцілунок та Індійський принц.

Слабку сприйнятливість до збудника альтернаріозу мали сорти Абрикосовий джем, Абрикос, Гейша, Рудий лікар, Рожевий сюрприз, Щербет, Джига Джига, Каліфорнійська махрова, Індійський принц, Помаранчеве серце, Кендімен, Радіо, Цитрон, Принцеса та Червоне серце. При вирощуванні сприйнятливих до альтернаріозу сортів рекомендовано проводити профілактичні обробки біологічними фунгіцидами, для запобігання поширенню та розвитку хвороби.

Ключові слова: нагідки лікарські, альтернаріоз, *Alternaria zinnia*, *Alternaria calendulae*, хвороби лікарських рослин.

Актуальність.

Хвороби нагідок лікарських суттєво ускладнюють їх вирощування, адже вони впливають як на кількісні так і на якісні показники продукції. Наразі, видовий склад збудників хвороб нагідок лікарських, їх біологічні особливості та методи захисту від них є недостатньо вивченими

Альтернаріоз (*Alternaria* sp.) є однією з найпоширеніших і небезпечних хвороб нагідок лікарських, її шкідливість проявляється в зниженні врожаю через пліснявіння насіння, зменшення фотосинтетичної

поверхні листя і забрудненні фармакологічної сировини метаболітами гриба, які можуть бути фіто-, мікотоксинами.

Природна стійкість лікарських рослин до ураження чи пошкодження шкідливими організмами дозволяє отримувати високі врожаї сировини. Створення та впровадження у виробництво високопродуктивних стійких сортів лікарських рослин – запорука стабільного врожаю сировини для фармацевтичної промисловості, але нажаль, питання стійкості нагідок лікарських до хвороб є недостатньо вивченим.

Метою статті є оцінка стійкості до альтернаріозу основних сортів нагідок лікарських, що в подальшому дозволить підвищити ефективність їх вирощування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Найчастіше збудниками альтернаріозу нагідок є гриби *Alternaria zinnia* і *Alternaria calendulae*. Також, трапляється ураження нагідок лікарських фітопатогенним грибом *Alternaria alternata* та *Alternaria porri* (Marchenko A.B., 2015).

Фітопатогени що викликають альтернаріоз нагідок лікарських належать до царства – *Fungi*, відділу – *Ascomycota*, класу – *Dothideomycetes*, порядку – *Pleosporales*, родини – *Pleosporaceae*, роду – *Alternaria* (Mironova Yu. et al., 2023).

Симптоми ураження різними видами грибів роду *Alternaria* на нагідах лікарських відрізняються. При ураженні нагідок лікарських грибом *Alternaria calendulae* на листі спочатку з'являються округлі коричневі плями 0,5 см і більше які згодом зливаються. З часом плями стають великими, бурими та нерівномірними (Sirik O.M. et al., 2017).

Плями при ураженні даним збудником не мають облямівки, поступово зливаються. У вологу погоду на їх поверхні утворюється чорний бархатистий наліт спороношення гриба. Спори можуть поширюватися вітром, водою, комахами. Уражені листки згодом жовтіють і передчасно засихають. Інфекція зберігається на рослинних рештках та в ґрунті (Sirik O.M. et al., 2018 р.).

Гіфи *Alternaria calendulae* можуть бути безбарвними або мати оливко-

вий колір, завдовжки 2-10 мкм. Конідієносці від оливкових до оливково-бурих, прості, прямі з одним або 2 рубчиками, поодинокі або зібрані в пучки. Конідії продовгувато-овальні, сірувато-бурі з ниткоподібним аерогенним виростом. Довжина конідій 39-209 мкм. Конідії мають 9-12 поперечних і 1-6 поздовжніх перегородок (Marchenko A.B., 2015).

A. calendulae має швидкорослі, зеленувато-сірі колонії. Масове спороношення спостерігається на середовищі V-4. Конідії розташовані поодинокі, інколи в ланцюжках по дві, жовтувато-коричневі. Зрілі конідії широкоовальні до $65\text{--}10^5 \times 20\text{--}26$ мкм з 9-11 поперечними перегородками і 1 (2) поздовжніми в 1-4 поперечних сегментах. Апікальний виріст у них простий, рідше розгалужений (подвійний), довжиною до 140-160 мкм. На природному субстраті апікальний виріст довший (Woudenberg J.H., 2014). Даний мікроміцет виявлено в ряді країн Європи, в Південній Кореї, Непалі, США і ймовірно, в Японії (Nelen E.S., 1959).

При ураження нагідок грибом *Alternaria zinniae* плями на листі оливково-сірі, часто з вузькою темно-пурпуровою облямівкою, неправильні, розпливчасті, часто зливаються і охоплюють значну частину стебла. На ураженому листі згодом утворюється темно-бурий бархатистий наліт. На квітах можуть утворюватися оливково-сірі розпливчасті плями з темно-бурим бархатистим нальотом.

Конідії *Alternaria zinniae* овальні, циліндричні, оливково-бурі, з 2-8 поперечними і 1-3 поздовжніми перегородками і нитковидною прозорою шийкою, 6-110x1-4 мк. Конідієносці гриба *Alternaria zinniae* прямі, прості, 18-26x7-8 мк, з рубчиками, поодинокі

кі, або зібрані в пучки, оливково-бурі.

У мікроміцета *A. zinniae* зимують спори, що утворилися на міцелії - округлі, гладкі, з товстою оболонкою. Хламідоспори розташовані групами, округлі, стислі з боків, з шаруватою оболонкою і зернистим вмістом, темно-коричневі або бурі, часто з бульбашкоподібними тонкостінними здуттями (Sirik O.M. et al., 2017).

Протягом літа гриби роду *Alternaria* здатні утворити кілька поколінь. Утворені на рослинах конідії розсіюються за допомогою вітру і бризок дощу або іншими способами. Основним способом поширення конідій цих грибів є анемохорний. Конідії *Alternaria* нерідко домінують в приземних шарах атмосфери над пропагулами інших видів грибів. Іноді конідії цих мікроміцетів виявляють в повітрі і на великих висотах, що свідчить про їх здатність до міграції на великі відстані (тисячі кілометрів). Види грибів роду *Alternaria* в більшості своїй здатні розвиватися при помірній температурі, однак найбільш руйнівні епіфітотії альтернаріозу виникають майже виключно за умови спекотної погоди, коли середньодобова температура перевищує 20°C. Також необхідною умовою сильного розвитку альтернаріозу є наявність крапельної вологи у вигляді дощів або рясних рос (Marchenko A.B., 2015).

За дослідженнями вчених для розвитку альтернаріозу нагідок лікарських оптимальні умови складаються в роки з посушливою погодою вегетаційного періоду культури при ГТК нижче ніж 1,0 (Sirik O.M. et al., 2018).

Отже, альтернаріоз при сприятливих умовах та відсутності контролю може принести значну шкоду посівам нагідок лікарських.

Довгий період часу оцінкою різноманіття роду *Calendula L.* для формування колекції сортів з еталонними ознаками займалося ряд вчених. Зокрема, науковцями було виділено зразки нагідок, які можуть бути еталонами або джерелами вихідного матеріалу за висотою рослин, кількістю суцвітть, забарвленням язичкових та трубчастих квіток, кількістю рядів язичкових квіток, діаметром суцвіття і за ступенем їх прояву (Melnychuk R.V. et al., 2015).

Варто зазначити, що в результаті аналізу літературних джерел було встановлено що є достатньо інформації щодо хвороб нагідок лікарських. Проте питання стійкості нагідок лікарських до альтернаріозу є не вивченим та потребує подальших досліджень, адже є екологічно доцільним способом контролю хвороб, який є доречним при вирощуванні лікарських рослин.

Матеріали та методи досліджень

В роботі використані наступні методи дослідження: теоретичні (вивчення й аналіз наукової літератури) та польові (облік поширення та розвитку хвороб нагідок лікарських). Для проведення досліджень та відповідних спостережень було використано загальноприйняті і спеціальні методику у лікарському рослинництві.

В умовах наукової лабораторії «Демонстраційне колекційне поле сільськогосподарських культур» НУ-БіП України в період 2020-2022 р.р. було оцінено стійкість до альтернаріозу 30 сортів нагідок лікарських: Абрикос, Абрикосовий джем, Гітана, Дежавю, Джига джига, Індійський принц, Каблуна голд, Каліфорнійська

махрова, Кендімен, Крембрюле, Монарх, Пінк Сюрпрайз, Помаранчеве серце, Зелене серце, Золоті кулі, Монарх, Помаранчевий король, Принцеса, Радіо, Рудий лікар, Тач оф ред, Фієста, Цитрон, Цитронгельб, Чарівне сері, Червоне серце, Щербет.

Польову оцінку сортів нагідок на стійкість до хвороб на природному інфекційному фоні проводили у період максимального розвитку хвороби (тричі протягом усього періоду вегетації – червень, липень, серпень), виділяючи стійкі і слабосприйнятливі сорти.

При обліках альтернаріозу оцінювалися такі показники: кількість уражених рослин – у відсотках; ступінь ураження – в балах візуально.

Під час досліджень проводили систематичний моніторинг за фітосанітарним станом посівів нагідок лікарських. При обліках поширення та інтенсивності розвитку хвороб використовували наступні методи з використанням 5-ти бальних шкал. Для визначення динаміки росту борошнистої роси обліки проводилися один раз на декаду.

Відсоток поширення хвороби визначали за формулою (1):

$$P = \frac{n \times 100}{N} \quad (1)$$

де P – Відсоток поширення хвороби;

n – кількість уражених рослин;

N – число взятих до обліку рослин.

Розвиток хвороби визначали за формулою (2):

$$R = \frac{E \cdot ab}{a \cdot k} \times 100 \quad (2)$$

де a–кількість хворих рослин;

b–бал ураження;

n–кількість рослин у пробі;

k–найвищий бал шкали обліку.

Облік борошнистої роси проводився за фактично зайнятою грибноцею (білим борошnistим нальотом, окремими плямами) площі листків та стебел рослин.

Для оцінки стійкості нагідок лікарських до альтернаріозу використовують 9-бальну шкалу розроблену Сірік О.М. (табл.1.). (Sirik O.M. et al., 2018).

Ступінь ураження зразків листя нагідок лікарських хворобами визначали окомірно за кількістю інфекції на листках.

Результати дослідження та їх обговорення.

Перші прояви альтернаріозу у 2020-2022 роках спостерігалися починаючи з фази сходів у вигляді округлих коричневих плям на листі рослин (Рис.1.).

В роки з посушливою погодою вегетаційного періоду культури при ГТК нижче ніж 1,0 плями збільшувалися, поширювалися на листя верхніх ярусів викликаючи їх відмирання. При ураженні суцвіть альтернаріозом відбувалася їх деформація та швидше дозрівання.

Природна стійкість лікарських рослин до ураження чи пошкодження шкідливими організмами дозволяє отримувати високі врожаї сировини. Створення та впровадження у виробництво високопродуктивних стійких сортів лікарських рослин – запорука стабільного врожаю сировини для фармацевтичної галузі. Нажаль, питання стійкості нагідок лікарських до хвороб є недостатньо вивченим.

1. Шкала оцінки стійкості нагідок лікарських до плямистостей

Бал	Характер прояву хвороби на листках	Ступінь стійкості, сприйнятливості
9	Ознаки хвороби відсутні	Дуже висока і висока стійкість
8	На нижніх листках хлороз, дрібні плями до 5%	
7	На нижніх листках хлороз, дрібні плями до 10%	Стійкість
6	На нижніх листках хлороз, дрібні плями до 15%	
5	Рослина уражена від основи до середини найнижчі листки на 50-80%, а верхні до 25%	Слабка сприйнятливість
4	Рослина уражена до суцвіття: листки нижньої третини-значно, до 90%, при цьому спостерігається загибель нижніх листків, а листки верхнього ярусу – до 50%	Сприйнятливість
3	Рослина уражена до суцвіття: листки нижньої третини відмирають, до 100%, листки середнього ярусу помітно, або сильно уражені - 60-70%	
2	Уражена вся рослина, листки до 100%, спостерігається загибель рослин в нижньому і середньому ярусах, інфекція на суцвітті	Висока і дуже висока сприйнятливість
1	Уражена вся рослина, листки дуже сильно, спостерігається їх загибель	



Рис. 1. Прояв альтернاریозу на листі нагідок лікарських (фото автора)

За результатами досліджень всі сорти нагідок лікарських по різному реагували на ураження альтернاریозом (табл.2).

При проведенні дослідження високу стійкість до збудника альтернاریозу листя мали сім сортів нагідок лікарських, а саме: Чарівне сарі (середній розвиток хвороби - 0,6%), Гітана (середній розвиток хвороби

- 2,8%), Дежавю (середній розвиток хвороби - 3,3%), Тач оф ред (середній розвиток хвороби - 2,6%), Помаранчевий король (середній розвиток хвороби - 3,1), Золоті кулі (середній розвиток хвороби - 4,9%) та Фієста (середній розвиток хвороби - 4,2%). На нижніх листках нагідок лікарських перелічених вище сортів було помітно хлороз та дрібні плями до 5%.

2. Ураженість різних сортів нагідок лікарських альтернаріозом в період 2020-2022 років

№	Назва сорту	Бал	Поширеність хвороби, %	Розвиток хвороби, %
1.	Абрикос	5	53,0	18,5
2.	Абрикосовий джем	5	43,5	17,6
3.	Гейша	5	53,3	20,8
4.	Гітана	8	8,7	2,8
5.	Дежавю	8	10,8	3,3
6.	Джиги джиги	5	72,5	19,9
7.	Зелене серце	7	33,0	6,3
8.	Золоті кулі	8	24,6	4,9
9.	Індійський принц	6	76,2	14,4
10.	Каблуна голд	7	21,6	8,4
11.	Каліфорнійська махрова	5	72,8	29,2
12.	Кендімен	5	83,3	33,4
13.	Крембрюле	7	35,3	7,3
14.	Монарх	7	33,6	5,8
15.	Помаранчеве серце	7	24,6	5,1
16.	Помаранчевий король	5	64,0	28,3
17.	Помаранчеві кулі	5	80,3	36,2
18.	Принцеса	8	17,2	3,1
19.	Ред Баф	7	30,0	5,7
20.	Радіо	5	96,1	44,5
21.	Рожевий сюрприз	5	87,0	35,4
22.	Рудий лікар	7	32,6	6,3
23.	Тач оф ред	5	53,7	21,0
24.	Фієста	8	13,2	2,6
25.	Цитрон	8	24,8	4,2
26.	Цитронгельб	5	92,2	39,8
27.	Чарівне сарі	6	25,6	11,9
28.	Червоне серце	8	3,2	0,6
29.	Шовковий поцілунок	7	31,3	5,6
30.	Щербет	5	97,5	45,0
НІР 05			34,6	34,8

Стійкість до альтернаріозу листя проявили одинадцять сортів нагідок лікарських, а саме: Каблуна голд (середній розвиток хвороби - 8,4%),

Монарх (середній розвиток хвороби - 5,1%), Помаранчеві кулі (середній розвиток хвороби - 5,7%), Червона (середній розвиток хвороби - 5,6%),

Ред Баф (середній розвиток хвороби - 6,3%), Зелене серце (середній розвиток хвороби - 6,3%), Мандарин твіст (середній розвиток хвороби - 5,8%), Крембрюле (середній розвиток хвороби - 7,3%), Цитронгельб (середній розвиток хвороби - 11,9%), Шовковий поцілунок (середній розвиток хвороби - 12,6%) та Індійський принц (середній розвиток хвороби - 14,4%). На нижніх листках перелічених вище сортів спостерігався хлороз та дрібні плями до 15%

Сприйнятливими до альтернаріозу виявилися такі сорти: Абрикосовий джем (середній розвиток хвороби - 17,6%), Абрикос (середній розвиток хвороби - 18,5%), Гейша (середній розвиток хвороби - 20,8%), Рудий лікар (середній розвиток хвороби - 21,0%), Пінк сюрпрайз (середній розвиток хвороби - 28,3%), Щербет (середній розвиток хвороби - 29,4%), Джига Джига (середній розвиток хвороби - 19,9%), Каліфорнійська махрова (середній розвиток хвороби - 29,2%), Індійський принц (середній розвиток хвороби - 14,4%), Помаранчеве серце (середній розвиток хвороби - 36,2%), Кендімен (середній розвиток хвороби - 33,4%), Радіо (середній розвиток хвороби - 35,4%), Цитрон (середній розвиток хвороби - 39,8%), Принцеса (середній розвиток хвороби - 44,5%) та Червоне серце (середній розвиток хвороби - 45,0%). Рослини даних сортів були уражені хворобою від основи до середини найнижчі листки на 50-80%, а верхні до 25%.

Висновки.

Під час проведення дослідження стійкості різних сортів нагідок лікарських до хвороб було встановлено

різницю в поширеності та розвитку альтернаріозу на 30 різних сортах нагідок лікарських.

Було встановлено, що найбільшу стійкість до збудника альтернаріозу мали такі сорти як: Чарівне сарі, Гітана, Дежавю, Тач оф ред, Помаранчевий король, Золоті кулі та Фієста.

Висока стійкість до збудника альтернаріозу спостерігалася у сортів Каблуна голд, Монарх, Помаранчеві кулі, Червона, Ред Баф, Зелене серце, Мандарин твіст, Крембрюле, Цитронгельб, Шовковий поцілунок та Індійський принц. Слабку сприйнятливість до збудника альтернаріозу мали сорти Абрикосовий джем, Абрикос, Гейша, Рудий лікар, Рожевий сюрприз, Щербет, Джига Джига, Каліфорнійська махрова, Індійський принц, Помаранчеве серце, Кендімен, Радіо, Цитрон, Принцеса та Червоне серце.

Перспективними сортами для зменшення ураженості нагідок лікарських альтернаріозом виявилися: Чарівне сарі, Гітана, Дежавю, Тач оф ред, Помаранчевий король, Золоті кулі та Фієста. При вирощуванні сприйнятливих до альтернаріозу сортів рекомендовано проводити профілактичні обробки біологічними фунгіцидами, для запобігання поширенню та розвитку хвороби.

References

1. Ait Kaki A., Kacem Chaouche N., Dehimat L., Milet A., Youcef-Ali M., Ongena M., Thonart P. (2013). Biocontrol and Plant Growth Promotion Characterization of *Bacillus* Species Isolated from *Calendula officinalis* Rhizosphere. *Indian J Microbiol.* 2013 Dec;53(4):447-52. doi: 10.1007/s12088-013-0395-y.
2. Markov I.L., Pasichnyk L.P., Gentosh D.T. (2012). Workshop on the basics of science

- Research in plant protection: teaching. Manual edited by I.L. Markov. Kyiv: Agrar-Media Group, 264 p.
3. Marchenko A.B. (2015) Geographic distribution of representatives of the genus *Alternaria* Nees. on annual flower and ornamental plants. Chornomorsk. botanical journal, Vol. 11, No. 3. P.338-345.
 4. Mironova Yu. O., Bashta O.V. (2019). Resistance of varieties of medicinal plants to *Alternaria* // Myronova Yu.O., Bashta O.V. // VIII International scientific and practical online conference of students, postgraduates and young scientists "Biotechnology: achievements and hopes" (November 15, 2019), Kyiv, p. 32.
 5. Mironova Yu. O., Bashta O.V. Characteristics of the manifestation of alternariosis *Calendula officinalis* in the conditions of the forest steppe of Ukraine // Taurian Scientific Bulletin. Series: Agricultural Sciences / Kherson State Agrarian and Economic University. Odesa: "Helvetika" Publishing House, 2023 - 133 - 384 p.
 6. Melnychuk R.V. Assessment of the diversity of the genus *Calendula* L. for the formation of a collection of varieties with standard characteristics [Electronic resource] / R.V. Melnychuk, N.I. Kutsenko // Variety study and protection of rights to plant varieties. - 2015. - No. 3-4. - P. 18-23.
 7. Nelen, E.S., & Vasileva, M.L.N. (1959). The pathogenic fungus flora of the flowering plants in the Far-East Botanical Garden. Review of Applied Mycology, 39, 91.
 8. Omelyuta V.P. (1986) Accounting for pests and diseases of agricultural crops. Omelyuta V.P., Hryhorovych I.V., Chaban V.S., etc. - Kyiv: Urozhai, 243 p.
 9. Sirik O.M., Shevchuk O.V., Pryvedenyuk N.V., Sapa T.V., Kolosovych M.P., Trubka V.A. (2018) The influence of meteorological factors on the development of cercosporosis (*Cercospora calendulae* Sacc.) and alternaria (*Alternaria calendulae* Ondrej.) of medicinal plants. Balanced nature management. No. 1. - p. 68.
 10. Sirik O.M. (2017) *Alternaria* fungi on cultivated medicinal plants of the Asteracea family. Scientific support for the innovative development of the agro-industrial complex in the conditions of climate change: materials of the International. science and practice conf. of young scientists and specialists, May 25–26, 2017. State Institute of Grain Crops of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2017 p. 137–138.
 11. Woudenberg J.H., Truter M., Groenewald J.Z., Crous P.W. (2014) Large-spored *Alternaria* pathogens in section *Porri* disentangled. Stud Mycol. 2014 Sep; 79:1-47. doi: 10.1016/j.simyco.2014.07.003. PMID: 25492985; PMCID: PMC4255562.

Myronova Y., Bashta O. (2023).

RESISTANCE OF CALENDULA OFFICINALIS VARIETIES TO ALTERNARIOSIS.

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 118-127.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48293>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.011](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.011)

Abstract. The article describes the features of the manifestation and development of alternariosis on different varieties of medicinal marigold (*Calendula officinalis*). Due to a number of pharmaceutical properties, marigolds are today one of the strategically important crops for medicinal plant cultivation. However, many factors affecting the yield and quality of raw materials during their cultivation lead to a low economic efficiency of their cultivation and, as a result, a decrease in cultivated areas.

One of these factors is diseases of medicinal plants, because the issue of their control is studied fragmentarily, and the use of chemical fungicides on medicinal plants is prohibited.

Alternaria leaf spotting is one of the most common and dangerous diseases of sedges, caused by the fungi *Alternaria zinnia* and *Alternaria calendulae*. Also, sometimes there is damage to medicinal plants by phytopathogenic fungi *Alternaria alternata* and *Alternaria porri*. The harmfulness of the disease is manifested in the reduction of the yield due to the mold of the seeds, the reduction of the photosynthetic surface of the leaves and the contamination of the pharmacological raw materials with metabolites of the fungus, which can be phyto- or mycotoxins.

The natural resistance of medicinal plants to damage or damage by harmful organisms makes it possible to obtain high yields of raw materials without additional costs for protection against diseases. The creation and introduction into production of highly productive resistant varieties of medicinal plants is the key to a stable harvest of raw materials for the pharmaceutical industry. Therefore, one of the ways to control the spread and development of diseases is the cultivation of resistant varieties, but this issue is also not sufficiently studied. To solve this issue, in the period of 2020-2022, the resistance to *Alternaria* of 30 varieties of medicinal plants was evaluated: Apricot, Apricot Jam, Gitana, Deja Vu, Jiga Jiga, Indian Prince, Kabluna Gold, California Terry, Candyman, Cremebrule, Monarch, Pink Surprise, Orange Heart, Green Heart, Golden Orbs, Monarch, Orange King, Princess, Radio, Red Doctor, Touch of Red, Fiesta, Citron, Citron Gelb, Magic Sari, Red Heart, Sherbet.

The purpose of the article is to evaluate the resistance to *alternaria* of the main varieties of medicinal plants, which will allow to increase the efficiency of their cultivation in the future.

During the study of the resistance of different varieties of medicinal herbs to diseases, a difference in the prevalence and development of alternariosis was established in different varieties.

It was established that the most resistant to the causative agent of *Alternaria* were such varieties as: Magic Sari, Gitana, Deja Vu, Touch of Red, Orange King, Golden Balls and Fiesta.

High resistance to the causative agent of *Alternaria* was observed in the varieties Kabluna Gold, Monarch, Orange Balls, Red, Red Buff, Green Heart, Tangerine Twist, Cremebrule, Citrongelb, Silk Kiss and Indian Prince.

Varieties Apricot Jam, Apricot, Geisha, Red Doctor, Pink Surprise, Sherbet, Jiga Jiga, California Terry, Indian Prince, Orange Heart, Candyman, Radio, Citron, Princess, and Red Heart had a weak susceptibility to the causative agent of *Alternaria*.

When growing varieties susceptible to *Alternaria*, it is recommended to carry out preventive treatments with biological fungicides to prevent the spread and development of the disease.

Key words: *Calendula officinalis*, medicinal marigolds, *alternaria*, *Alternaria zinnia*, *Alternaria calendulae*, diseases of medicinal plants.

ОСНОВНІ ЧИННИКИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ШКІДЛИВІСТЬ ТА ДИНАМІКУ ЧИСЕЛЬНОСТІ *CAMERARIA OHRIDELLA* (DESCHKA & DIMIC, 1986) В УМОВАХ МІСЬКИХ НАСАДЖЕНЬ КИЇВЩИНИ

Л.М. БОНДАРЕВА,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ентомології,
інтегрованого захисту та карантину рослин

E-mail: lnubip69@gmail.com,

<http://orcid.org/0000-0002-8171-2338>

Н.В. ТАРНАВСЬКИЙ,

магістр І р.н., спеціальності 202 «Захист і карантин рослин»

факультету захисту рослин, біотехнологій та екології

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

E-mail: tarnavskijnazar@gmail.com,

<https://orcid.org/0009-0005-4786-2382>

Анотація. В Україні каштанова мінуюча міль (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) вперше виявлена в 2002 р. в Львівській області. В даний час вид широко поширений в Україні і його ареал продовжує розширюватися. Наслідком життєдіяльності каштанової молі є сильне пошкодження листя і передчасна дефоліація, що негативно позначається на накопиченні резервів поживних речовин необхідних для підтримки життєвості рослин узимку і відновлення росту навесні. У статті наводяться дані щодо першого виявлення та подальшого поширення інвазійного шкідника каштанової мінуючої молі на гіркокаштані звичайному (*Aesculus hippocastanum* L.) у світі та на території України. Досліджено фітосанітарний стан дерев гіркокаштана звичайного в умовах міських насаджень на території смт Макарів, Бучанського району, Київської області в 2022 р. Наводяться дані щодо сезонної динаміки чисельності шкідника, відстеженні за допомогою феромонного моніторингу. У процесі проведених маршрутних обстежень був оцінений фітосанітарний стан дерев гіркокаштана обабіч дороги селища Макарів по вулиці Дмитрія Ростовського та на території Макарівського ліцею №1 за наступними критеріями: пошкодженням крони, ступенем ураження листкових пластин, за загальною життєздатністю дерев. Стан кожного дерева було оцінено певною кількістю балів за відповідними методиками. Встановлено, що дерева, які знаходилися на території ліцею,

протягом місяця зазнали менших пошкоджень від фітофага і мали значно вищу життєздатність та декоративність, у порівнянні з гіркокаштанам, що зростали вздовж дороги. Феромонний моніторинг фітофага показав, що чисельність *C. ohridella*, зафіксована в пастках обабіч проїжджої частини на вулиці Дмитрія Ростовського суттєво перевищувала кількість пійманих комах на території навчального закладу. Встановлена чітка обернена залежність між кількістю впійманих комах і метеорологічними умовами: в період сильних дощів за високої вологості повітря, літ каштанової мінуючої молі практично повністю припинявся, а кількість комах в пастках була близькою до нуля, і навпаки.

Ключові слова: *Aesculus hippocastanum*, стан насаджень, фітосанітарна оцінка, *Cameraria ohridella*, феромони, моніторинг, абіотичний, антропогенний чинник.

Вступ.

З кожним роком, перед людством дедалі гостріше постає проблема заселення адвентивними комахами-фітофагами нових територій для існування. Явище стрімкого розширення природних ареалів шкідливих організмів, внаслідок їх завезення на нові території, дістало назву інвазії, а самих переміщених організмів називають інвайдерами (Kramarets V.O. et al., 2019). Головними причинами виникнення інвазій шкідників по всій планеті стали поступові зміни клімату та посилення процесів глобалізації: створення нових економічних та логістичних зв'язків між країнами.

Після проникнення на нові території, інвазійні комахи швидко акліматизуються та, як правило, стають більш агресивними та шкідливими, в порівнянні з автохтонними (аборигенними) видами фітофагів. Таке швидке розмноження та поширення чужорідних комах стає можливим, в першу чергу, через відсутність природних механізмів регуляції чисельності шкідників таких, як наприклад, вузькоспеціалізовані хижаки чи паразити. Крім того, недостатня вивченість особливостей біології, екології

та фенології комах, в новому середовищі, ускладнює своєчасну розробку та впровадження ефективних методів боротьби та стримування подальшого розповсюдження шкідника.

Саме тому, дослідження біології та екології інвазійних видів фітофагів в умовах України є надзвичайно актуальним завданням. Типовим представником видів, які потребують дослідження та формування ефективного комплексу боротьби з ними є каштанова міль (*Cameraria ohridella*), преімагінальні стадії якої, завдають пошкоджень асиміляційній поверхні гіркокаштана звичайного (*A. hippocastanum*) та здатні призвести до передчасної 100% дефоліації каштанів, і як наслідок, до виснаження та загибелі дерев, як це не раз відбувалося в європейських країнах, зокрема у Чехії та Угорщині (Martynenko V.G., 2009).

Актуальність досліджень.

Народногосподарське значення гіркокаштана звичайного складно переоцінити: його деревину використовують в деревообробній та меблевій промисловості, а з його плодів виготовляють ліки, що застосовують для

покращення кровообігу та підвищення тонуусу кровоносних судин. Також, квіти гіркокаштану мають багато нектару та приваблюють своїми пахощами безліч комах-запилювачів. Його крона слугує домівкою для багатьох птахів і тварин, що сприяє збереженню екосистеми в урбоценозах та підвищенню їх біорізноманіття.

Однак, однією з найбільших цінностей гіркокаштану звичайного є його застосування у ландшафтному дизайні та озелененні. Гіркокаштан є найпопулярнішою рослиною для озеленення паркових зон, алеї і вулиць в містах (Hryhoriuk I.P., 2004). *A. hippocastanum* завдяки високій декоративності та довголіттю активно використовується у ландшафтній архітектурі не тільки в Києві, а й в інших великих містах, містечках та селах по всій країні. Каштан цінують не лише за естетичний вигляд та приємний аромат у період його цвітіння, але й тому, що він швидко пристосовується на новому місці після посадки та має відносну стійкість до природних і антропогенних впливів характерних для урбанізованої місцевості (Zeroва M.D. et al., 2007). Його насадження зменшують забруднення повітря, створюють природний бар'єр від шуму та дарують перехожим прохолодну тінь (Mashkovska S.P. et al., 2008). Насадження каштанів є своєрідним біологічним фільтром, що очищає не лише повітря, а й ґрунт та воду, забруднені промисловими, побутовими чи сільськогосподарськими відходами, які є характерними в умовах міського середовища (Bessonova V.P., 2001).

До недавніх пір гіркокаштан звичайний вважався надзвичайно стійким проти патогенів, однак, починаючи з 2003 р., спочатку епізодично,

а віднедавна масово, спостерігається ураження гіркокаштану хворобами та пошкодження шкідниками (Levon F.M., et al., 2008). Згідно проведених досліджень, гіркокаштан звичайний у нашій країні заселяє 22 види фітофагів, серед яких провідна роль належить саме каштановій мінуучій молі (Nikitenko H.M. et al., 2007).

Пошкодження асиміляційної поверхні *A. hippocastanum*, спричинені личинками фітофага, не лише порушують нормальний перебіг фізіологічних процесів у рослині та погіршують еколого-естетичні, терапевтичні, фітосанітарні, архітектурні, господарські та інші функції деревних насаджень, вони також являються першопричиною ураження, виснажених щорічним стресом рослин, фітопатогенними грибами (Garkava K.G., 2010).

Саме тому, дослідження спрямовані на вивчення біології, фенології та екології *C. ohridella* є надзвичайно важливими та актуальними для своєчасного та ефективного захисту дерев каштану. Вони є ключовими в розумінні того, як природні та антропогенні фактори навколишнього середовища впливають на популяцію фітофага: динаміку його чисельності та ступінь пошкодження дерев, що в свою чергу дозволяє зрозуміти слабкі та сильні сторони шкідника і розробити дієву систему захисту насаджень каштану в умовах урбофітоценозу.

Метою досліджень є уточнення біоекологічних особливостей розвитку і шкідливості *C. ohridella* в залежності від метеорологічних умов, а також проведення моніторингу сезонної динаміки чисельності фітофага з оцінкою ураженості дерев *A. hippocastanum*.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Даний вид молі-строкатки так і залишився б досі нікому невідомим, якби не його неймовірна здатність до стрімкого поширення та пристосування до нових кліматичних та екологічних умов, яку продемонстрував шкідник за майже 40 років експансії з моменту першого його виявлення у 1986 році неподалік від озера Охрид, яке знаходиться на північних територіях Македонії (колишня Югославія), що межують з Албанією (Akimov I.A. et al., 2003). В тому ж році каштанова міль була вивчена та вперше описана науковцями Дечкою і Дімічем, які присвоїли їй видову назву на честь місцевості, в якій комаха була вперше виявлена (озеро Охрид): *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Betroluzza A. et al., 1999). А вже у 1989 р. каштанова мінующая міль була помічена на території Австрії, яка знаходиться аж за тисячу кілометрів від озера Охрид. Вважається, що туди комаха потрапила не без сторонньої допомоги: ймовірно до Австрії екземпляри комах були завезені для проведення ентомологічних досліджень. Однак, в результаті цього, шкідник випадково потрапив у природне середовище, де швидко акліматизувався та утворив ще одне вогнище для своєї подальшої експансії.

За період наступних десяти років фітофаг колосальними темпами почав мігрувати у країни південних та центральних регіонів Європи: спочатку каштанову мінующую міль було виявлено 1992 р. у Франції та Німеччині, потім 1993 р. – в Чехії, у 1994 р. помічено на території Словаччини, а вже у 1998-1999 рр. епізоотії на каштанах спалахнули в Швейцарії та Польщі й

поширились на Нідерланди та Бельгію. Міль швидко заселила каштани, що росли на землях Англії та Уельсу, після потрапляння до Лондону в 2002 р. (Straw N.A. & Tilbury, 2006).

Станом на сьогодні, випадки появи та спалахів чисельності популяції інвайдера були підтверджені майже у всіх країнах Європи. Фітофаг зафіксований в таких державах як: Болгарія, Австрія, Угорщина, Данія, Албанія, Чехія, Боснія, Молдавія, Франція, Німеччина, Словаччина, Герцеговина, Греція, Італія, Туреччина, Косово, Швеція, Ліхтенштейн, Нідерланди, Люксембург, Македонія, Польща, Румунія, Бельгія, Латвія, Іспанія, Словенія, Сербія, Швейцарія, Литва, Хорватія та Естонія.

Україну даний фітофаг також не ominув стороною: у нашу державу каштанова мінующая міль мігрувала наприкінці XX – на початку XXI століття і завдяки наявності достатньої кормової бази та сприятливих умов для розмноження – повністю заселила гіркокаштани по всій території країни, протягом 17 років від першої появи інвайдера (Lesovoy M.M. at all, 2020).

Але ареал каштанової молі не перестає зростати з року в рік, що зумовлено кліматичними змінами та широким використанням гіркокаштанів у декоративних цілях для озеленення міських та приміських районів по всій Європі та Азії (рис. 1.). Загалом, можна говорити про те, що розповсюдження шкідника тісно пов'язане з ареалом рослин *A. hippocastanum*, які ростуть у помірних широтах Північної півкулі, та фактично є одним із лімітуючих факторів, що обмежують подальше просування шкідника, так само, як і фактор низьких температур.

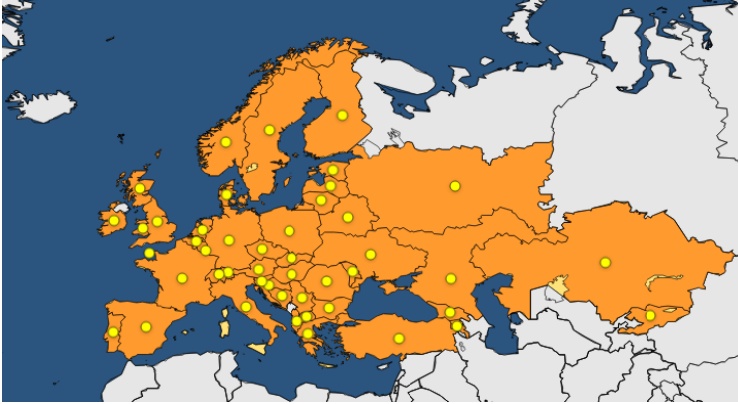


Рис. 1. Ареал поширення каштанового мінера в світі, станом на 2023 р. (*Cameraria ohridella* (LITHOD)[World distribution]| EPPO Global Database. EPPO Global Database. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LITHOD/distribution> (date of access: 13.10.2023).

На території України перші ознаки пошкодження листків гіркокаштана *C. ohridella* було зафіксовано влітку 2002 р. в Львівській області. Через рік, інвайдера вже спостерігали в більшості областей західної та центральної України. У 2004-2006 рр. відбулося інтенсивне поширення каштанової молі в садово-паркових насадженнях столиці. Існує думка, що в нашу країну комаху було завезено з Угорщини. Це пов'язано з тісними економічними зв'язками та масовим імпортуванням посадкових матеріалів з таких країн як Угорщина, Словенія, Чехія, Польща та інші. Крім того, головним чинником одночасного стрімкого розповсюдження фітофага нашою державою, стало незаконне ввезення саджанців контрабандою в обхід карантинних служб та митниці (Akimov I.A. et al., 2003).

Матеріали та методи досліджень.

Дослідження фітосанітарного стану вуличних і паркових насаджень

A. hippocastanum, а також динаміки чисельності *C. ohridella*, були проведені влітку 2022 р. на території селища міського типу Макарів, що знаходиться у Бучанському районі Київської області та, за даними застосунку Google Maps, має наступні географічні координати: 50°27'53" пн. ш. 29°48'25" сх. д. (рис. 2).

Об'єктами дослідження були дерева гіркокаштана звичайного у вуличних насадженнях, та на закритій території закладу середньої освіти селища міського типу Макарів. Вік дерев 30-60 років, висота 10-15 м. Також були досліджені особини *C. ohridella* на всіх стадіях онтогенезу.

В 2022 р. були проведені маршрутні обстеження насаджень гіркокаштана вздовж вулиці Дмитрія Ростоцького та на території місцевого навчального закладу «Макарівський багатoproфільний ліцей», розташованого за адресою вул. Освіти, 3. Метою цих обстежень було визначення загального фітосанітарного стану насаджень гіркокаштана звичайного, а також моніторинг ступеня ураження

асиміляційного апарата дерев личинками каштанової мінуючої молі.

Загальний стан насаджень *A. hippocastanum*, оцінювався за методикою Vorontsova et. all. (2002). Ступінь пошкодження листкових пластин гусеницями *C. ohridella*, визначався згідно методичних рекомендацій (Tribel S.O. et. all., 2008). Рівень життєздатності дерев гіркокаштана звичайного, визначався за методикою Lokhmatov (2003), який виділив шість категорій дерев.

Для моніторингу сезонної динаміки льоту *C. ohridella*, були придбані феромонні пастки від офіційного представника «Biochemtech» в Україні «БІОХІМТЕХ УКРАЇНА». Окрім функції моніторингу, застосування феромонної пастки є також одним з кращих і найбільш екологічних методів контролю чисельності шкідника. Оскільки літ самців починається на 7-10 діб раніше за виліт самиць, то при кількості 2 пастки/дерево, аттрактанти дезорієнтують особин чоловічої статі та дозволяють відловлювати їх, створюючи тим самим «самцевий вакуум», що дозволяє зупинити стрімке розмноження фітофага (Tarnavskiy N.V. et. all., 2023).

Феромонна пастка для каштанової мінуючої молі типу «Дельта» призначена для моніторингу та масового вилову комах-шкідників, що використовується в комплекті з феромонами. Пастка виготовлена з крафт-картону, ламінованого з двох сторін. Цей матеріал стійкий до негативних впливів навколишнього середовища: вологи, високих температур, сонячного світла (рис. 3).

Всередину пастки встановлюють диспенсер із синтетичним феромоном самиць *C. ohridella*. Феромон – синтезована летка речовина, ідентична до

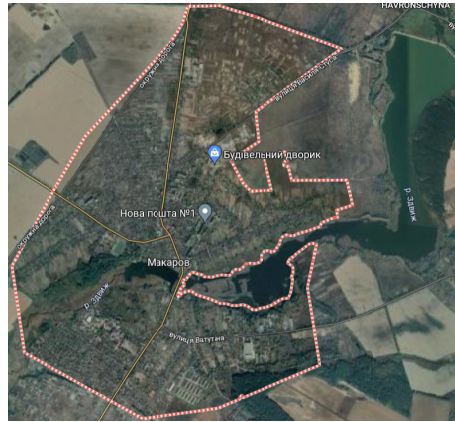


Рис. 2. Супутниковий знімок території селища Макарів (Google Maps)

URL: <https://www.google.com.ua/maps/place/>

природного феромона фітофага. Феромон нанесений на бутыл каучукову пробку (диспенсер) в дозі 3 мг. Перевага синтетичних феромонів полягає в тому, що вони абсолютно безпечні для комах-запилювачів, рослин, тварин і людей. Вони можуть вибірково впливати на комах, не забруднюючи навколишнє середовище, і є екологічно безпечними. Штучні феромони нетоксичні і не накопичуються в навколишньому середовищі, оскільки поступово розкладаються під дією сонячного світла і вологи, що підтверджує висновок СЕС, паспорт безпеки, сертифікат якості та сертифікат «Органік Стандарт» №19-1263-01.

Дані феромонні пастки були розміщені в насадженнях *A. hippocastanum* на території місцевого навчального закладу «Макарівський багатопрофільний ліцей» і в насадженнях біля дороги на вулиці Дмитрія Ростовського. Пастки були прикріплені до гілок нижнього ярусу крони дерев, на висоті близько 1,5-2 м над землею



**Рис. 3. Феромонна пастка для каштанового мінерера типу «Дельта»
(фото автора, 2022 р.)**



**Рис. 4. Встановлення феромонної пастки на закритій території
Макарівського багатопрофільного ліцею (фото автора, 2022 р.)**

(рис. 4).

Результати дослідження і їх обговорення.

У селищі міського типу Макарів: вздовж центральної вулиці Дмитрія Ростовського та на території Макарівського багатопрофільного ліцею, дещо віддаленої від транспортної

інфраструктури, в 2022 р. був проведений огляд та оцінка насаджень гіркокаштанів. Стан деревних насаджень оцінювали за пошкодженням крони, за ступенем ураження листкових пластин і за загальною життєздатністю дерев.

На початку серпня інспектувалися насадження обабіч вулиці Дмитрія Ростовського. Спершу був

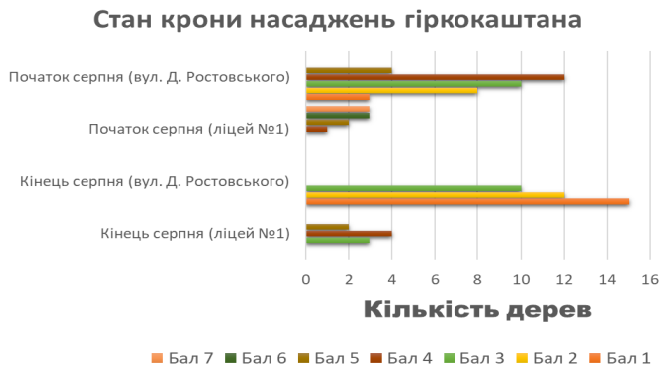


Рис. 5. Стан крони насаджень гіркокаштана, 2022 р.

1. Ступінь пошкодження листкових пластин каштановим мінером

Локація		Бал	Ступінь пошкодження листків	Охоплена мінами площа листкової поверхні, %
Початок серпня	Вул. Дмитрія Ростовського	6 – 7	Сильна	26 – 50
	Макарівський ліцей №1	4 – 5	Середня	6 – 25
Кінець серпня	Вул. Дмитрія Ростовського	8 – 9	Дуже сильна	51 – 75
	Макарівський ліцей №1	6 – 7	Сильна	26 – 50

оцінений загальний стан крони дерев *A. hippocastanum* за методикою Vorontsov, Mozolevska & Sokolova (2002), де 1 бал – крона сильно пошкоджена, листки недорозвинені, деформовані, уражені та знебарвлені, а 9 балів – крона цілком здорова, листки нормально розвинені, недеформовані та зелені. В центрі селища було обстежено 37 каштанів. Кожне з дерев було оцінене в балах від 1 до 9 та вираховано середній бал стану крони, шляхом додавання балів кожного дерева і ділення отриманої суми на кількість обстежених дерев. У результаті проведеного обстеження 4 дерева були оцінені в 5 балів, 12 дерев отримало 4 бали, 10 дерев отримало 3 бали, 8 дерев – 2 бали, і 3 дерева – 1 бал.

Повторний огляд насаджень гірко-

каштана, по вулиці Дмитрія Ростовського, був проведений наприкінці серпня. В результаті, стан крони дерев був оцінений наступним чином: ступінь ураження крони 10 дерев відповідала 3 балам, 12 дерев – 2 балам та 15 дерев отримало по 1 балу.

За таким же принципом стан крони дерев був оцінений на території Макарівського ліцею №1, де росте 9 гіркокаштанів звичайних. Результати були наступними: на початку серпня 3 дерева отримали оцінку 7 балів, 3 отримали 6 балів, 2 оцінені в 5 балів і одне – у 4 бали.

В кінці серпня, стан крони дерев на території ліцею, був оцінений наступним чином: 2 дерева відповідали оцінці у 5 балів, 4 дерева отримали 4 бали і 3 дерева – 3 бали (рис. 5).

Також на даних локаціях була

2. Загальна життєздатність дерев гіркокаштана, 2022 р.

Локація		Категорія дерева	Стан рослини
Початок серпня	Вул. Дмитрія Ростовського	IV	Надзвичайно ослаблені пошкодженнями (безнадійний стан)
	Макарівський ліцей №1	III	Помітно ослаблі (критичний стан)
Кінець серпня	Вул. Дмитрія Ростовського	V	Засихаючі (досихаючі в поточному році)
	Макарівський ліцей №1	IV	Надзвичайно ослаблені пошкодженнями (безнадійний стан)

проведена оцінка насаджень гіркокаштана звичайного за ступенем пошкодженості листових пластин каштановою мінуючою міллю (табл. 1).

Оцінка загальної життєздатності дерев на даних локаціях за методикою Lokhmatov N.A. (Lokhmatov N.A., 2003) показала наступні результати (табл. 2).

Для моніторингу сезонної динаміки чисельності *C. ohridella*. було розміщено по одній феромонній пастці в насадженнях біля центральної вулиці Дмитрія Ростовського та на території Макарівського ліцею №1. Протягом серпня, підраховувалась кількість впійманих особин та періодично замінювалась клейка поверхня на нову, по мірі її заповнення.

На основі зібраних даних моніторингу чисельності каштанової мінуючої молі в зазначених локаціях, а також спираючись на метеорологічні показники за серпень 2022 р. в місці проведення досліджень (UkrHMC, 2022), було створено відповідні графіки, що наглядно демонструють залежність динаміки чисельності шкідника від атмосферних опадів і вологості повітря (рис. 6, 7).

За результатами досліджень, проведених в умовах міських насаджень гіркокаштана були виявлені певні за-

кономірності в поведінці комах.

По-перше, дерева, які знаходилися подалі від автомобільних доріг з інтенсивним рухом, на території Макарівського ліцею №1, протягом місяця зазнали менших пошкоджень від фітофага і мали значно вищу життєздатність та декоративність, у порівнянні з гіркокаштаном, що зростали вздовж дороги на центральній вулиці Дмитрія Ростовського.

По-друге, чисельність фітофага, зафіксована в пастках обабіч проїжджої частини на вулиці Дмитрія Ростовського, суттєво перевищувала кількість впійманих комах в умовах закритої території ліцею.

Дана закономірність пов'язана, в першу чергу, з мікрокліматичними та едафічними особливостями урбаністичних стацій, які впливають як на резистентність рослин, так і на фенологію популяцій шкідника. Адже, дерева, що ростуть подалі від пожвавлених доріг, зазнають значно меншого екологічного навантаження, спричиненого автомобільними викидами, та мають більшу життєздатність і стійкість проти шкідливих організмів. Крім того, через свої анатомічні особливості, шкідник здатен пасивно мігрувати з вітром та потоками повітря від транспорту біля доріг з інтенсивним автомобільним рухом



Рис. 6. Динаміка чисельності шкідника, серпень 2022 р.

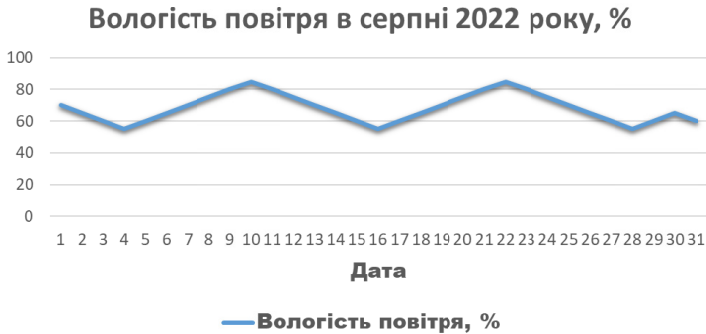


Рис. 7. Вологість повітря, серпень 2022 р.

та концентруватися в декоративних насадженнях поблизу них.

По-третє, в ході проведення моніторингу, за допомогою феромонних пасток, спостерігалась чітка залежність між кількістю впійманих комах і метеорологічними умовами: в період сильних дощів, коли вологість повітря була високою, літ каштанової молі практично повністю припинявся, а кількість комах в пастках була близькою до нуля. І навпаки – під час зниження вологості повітря, в сонячну погоду, літ метеликів відновлювався, а динаміка їх чисельності зростала. Також, висока повітряно-крапельна волога створювала

на клейкій стрічці ентомологічної пастки поверхневу плівку. Зважаючи на невеликі розміри комахи (6-7 мм) та особливо розвинену строкату торочку крил, шквальні пориви вітру з легкістю могли здути зафіксовані клейкою поверхнею екземпляри шкідника. Тому, при застосуванні феромонних пасток даного типу, необхідно зважати на метеорологічні умови та намагатися використовувати їх у суху та безвітряну погоду для досягнення максимальної точності та ефективності.

Дерева гіркогокаштану можна захистити від *C. ohridella* шляхом введення в стовбур системного інсектициду

(Gamanova O.N., 2013). Проте цей метод не отримав широкого поширення в Європі, оскільки витрати були надзвичайно високими. Що стосується України, то на сьогодні в країні немає жодного зареєстрованого препарату, дозволеного до застосування проти цього шкідника за технологією внутрішньостовбурного вприскування.

Санітарно-гігієнічні заходи захисту є досить ефективними та не потребують значних витрат. Фітофаг зимує на стадії лялечки в паренхімі опалого листа, тільки з одного його кілограма навесні може з'явитися до 4,5 тисяч особин молі. Зважаючи на це, осіннє збирання та спалювання опалого листа з діпазуючими в ньому лялечками шкідника значно зменшує чисельність метеликів, що відродяться весною. Однак, палити опале листя в умовах міста суворо заборонено, оскільки в ньому за період вегетації акумулюється значна кількість важких металів, сполук сірки та інших поллютантів, поглинутих з викидів автомобільних вихлопних газів, які під час спалювання знову вивільняються в атмосферу, отруюючи її. Цю проблему можна обійти шляхом компостування листа замість спалювання, або ж звернутися до досвіду німецьких колег, які ранньою весною застеляють ґрунт під гіркокаштанамі поліетиленовою плівкою, що призводить до загибелі лялечок в анаеробному середовищі. Однак для цього потрібне спеціальне обладнання яке, на жаль, для нас не завжди доступне та дороговартісне. Отже, дані методи повною мірою не вирішують проблеми захисту каштанів від фітофага.

Заходи, спрямовані на підвищення природної стійкості каштанів: застосування фітосанітарного пропріджування крони, поливів, переко-

пування приштамбових кіл, підживлення органічними та мінеральними добривами також є малоефективними (Tarnavskiy N. & Bondareva L., 2023).

Враховуючи всі ці обставини, науково-дослідну роботу слід більше спрямувати на розробку біологічних заходів контролю. Вчені світу проводять дослідження, щоб знайти відповідні види паразитоїдів, які можна використовувати для придушення популяції *C. ohridella*.

Висновки.

За результатами цього дослідження встановлено, що насадження гіркокаштана, які знаходилися на відстані від доріг з інтенсивним рухом транспорту, на території ліцею, зазнали менших пошкоджень від *C. ohridella* і мали значно вищу життєздатність та декоративність, у порівнянні з деревами, що зростали вздовж пожвавленої автодороги на вулиці Дмитрія Ростовського. Встановлена чітка залежність між кількістю впійманих комах і метеорологічними умовами: в період сильних дощів за високої вологості повітря, літ каштанової мінулої молі практично повністю припинявся, а кількість комах у пастках була близькою до нуля, і навпаки.

References

1. Akimov, I.A. & Zerova, M.D. (2003). *Per-she povidomlennia pro poiavu kashtanovoi minuiuchoi moli Cameraria ohridella* Desch. & Dimic (Lepidoptera, Gracillariidae) na kinskomu kashtani zvychainomu [The first report on the appearance of the horse-chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* Desch. & Dimic (Lepidoptera, Gracillariidae) on horse-chestnut leaf-miner]. *Visnyk zoolohii*. 3–12.

2. Akimov, I.A., Zerova, M.D., Narolskiy, N.B. et al. (2003). Fenolohiia kashtanovi minuiuchoi moli – nebezpechnoho shkidnyka kinskoho kashtana v Ukraini [Phenology of the horse-chestnut leaf-miner – a dangerous pest of horse chestnut in Ukraine]. Ekobezpeka, no. 6. P. 44–46.
3. Bessonova, V.P. (2001). Metody fitoindykatsii v otsintsi ekolohichnoho stanu dovkillia [Methods of phytoindication in the assessment of the ecological state of the environment] Academic. manual Zaporizhzhia: ZDU, 196.
4. Betroluzza A., Bottura G., Lucchi P. (1999). Molecular monitoring of horse chestnut leaves affected with biotic disorders. Plant path, Vol. 81, no. 2. P. 89–94.
5. Cameraria ohridella (LITHOD)[World distribution] | EPPO Global Database. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/LITHOD/distribution> (date of access: 13.10.2023).
6. Gamanova O.N. (2013). Zakhyst hirko-kashtana zvychainoho vid kashtanovoi minuiuchoi moli [Protection of the horse chestnut trees against the chestnut leafminer moth]. Zakhyst i karantyn roslin, (59), 45–53.
7. Garkava, K.G. (2010). Otsinka ekobiolohichnoi efektyvnosti zastosuvannia bioinsektysydu aktofit dlia zakhystu derev kinskoho kashtanu vid minuiuchoi moli Cameraria ohridella [Assessment of the ecobiological effectiveness of the actofyt bioinsecticide for the protection of horse-chestnut trees against the leaf-miner Cameraria ohridella]. Naukovi dopovidi NUBiP. 18: 1–6.
8. Google Maps URL: <https://www.google.com.ua/maps/place/Макаров,+Киевская+область> (date of access: 24.09.2022).
9. Hryhoriuk, I.P. (2004). Biolohiia kashtaniv [Biology of chestnuts]. Kyiv: Logos, 380.
10. Kramarets, V.O., Matsiakh, I.P., Zongaym, L.V. (2019). INVAZIINI FITOFAHY V ZELENKYKH NASADZHENNIAXH m. LVOVA [INVASIVE INSECTS IN GREEN PLANTING OF CITY LVIV]. The current state and prospects for the development of landscape architecture, horticulture, urban ecology and phytomelioration : Materials of the International scientific and practical conference, Lviv, April 4–5, P. 250–252.
11. Lesovoy N. at all. Biological, Trophological, Ecological and Control Features of Horse-Chestnut Leaf Miner (Cameraria ohridella Deschka & Dimic) N. Lesovoy, V. Fedorenko, S. Vigera, P. Chumak, M. Kliuchevych, O. Strygun, S. Stoliar, M. Retman, L. Vagaliuk / Ukrainian Journal of Ecology, 2020, 10(3), 24–27. URL: https://doi.org/10.15421/2020_128.
12. Levon, F.M., Ilyenko, A.A. & Nazarova, N.A. (2008). Suchasnyi stan ta problemy zberezhennia kinskoho kashtana zvychainoho v zelenykh nasadzhenniakh m. Kyieva // Problemy ozelenennia velykykh mist [The current state and problems of preserving the common horse-chestnut in the green spaces of Kyiv // Problems of greening large cities]. Mater. XI International scientific and practical conf. K., 108–110.
13. Lokhmatov, N.A. (2003). Ozdorovlennia duba u vohnyshchakh yoho poshkodzhenia ta vsykhannia u pryrodnykh ta shtuchnykh nasadzhennia Ukrainy [Restoration of oak in foci of its damage and drying in natural and artificial plantations of Ukraine]. K., Kolos, 192–208.
14. Martynenko, V.G. (2009). Kashtanova minuiucha mil v Ukraini [Horse-chestnut leaf-miner in Ukraine]. Naukovi zapysky, 10 (1):61–62.
15. Mashkovska, S.P. & Shumyk, N.I. (2008). Otsinka stanu i adaptivnoho potentsialu derev kinskoho kashtana zvychainoho do dii osnovnykh zabrudniuvachiv v umovakh m. Kyieva // Problemy ozelenennia velykykh mist [Assessment of the condition and adaptive potential of the common horse-chestnut trees to the action of major pollutants in the conditions of the city

- of Kyiv // Problems of greening large cities]. Mater. XI International scientific and practical conf. K., 115–117.
16. Nikitenko, H.M. & Sviridov, S.V. (2007). Kompleks shkidlyvykh chlenystonohykh na kinskomu kashtani v umovakh m. Kyiv [Complex of harmful arthropods on horse-chestnut in the conditions of Kyiv]. Zakhyst i karantyn roslyn, (53), 468–484.
 17. Straw, N.A. & Tilbury, C. (2006.) Host plants of the horse-chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella*), and the rapid spread of the moth in the UK 2002–2005. Arboricultural journal, 29 (2):83–99.
 18. Tarnavskiy, N.V. & Bondareva, L.M. (2023). Analiz osnovnykh metodiv zakhystu kinsko-kashtana vid moli kashtanovoi minuiuchoi *Cameraria ohridella* Desch. & Dimic. [Analysis of the main methods of protecting horse-chestnut from the horse-chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* Desch. & Dimic.]. VII International Scientific and Practical Conference "Basic, less common and non-traditional plant species – from study to implementation (agricultural and biological sciences)". Materials VII International scientific and practical conf., p. Kruty village, Chernihiv region, March 2, 2023. DS "Mayak" IOB NAAS: in 2 vols. Obukhiv: Printing House FOP Gulyaeva V.M., (1), 310–314.
 19. Tarnavskiy, N.V., Bondareva, L.M. & Zavadska, O.V. (2023). Osoblyvosti biolohii ta monitorynhu kashtanovoi minuiuchoi moli *Cameraria ohridella* Desch. & Dimic. v umovakh Kyivskoi oblasti [Features of the biology and monitoring of the horse-chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* Desch. & Dimic. in the conditions of the Kyiv region]. VII International Scientific and Practical Conference "Basic, less common and non-traditional plant species – from study to implementation (agricultural and biological sciences)". Materials VII International scientific and practical conf., p. Kruty village, Chernihiv region, March 2, 2023. DS "Mayak" IOB NAAS: in 2 vols. Obukhiv: Printing House FOP Gulyaeva V.M., (1), 314–320.
 20. Tribel, S.O., Gamanova, O.M. & Svientoslavskiy, Y. (2008). Kashtanova minuiucha mil [Horse-chestnut leaf-miner]. Kyiv, Kolobig, 72.
 21. UkrHMC – Pohoda v Ukraini, hidrolohichna ta radiatsiina sytuatsiia [Weather in Ukraine, hydrological and radiation situation]. URL: <https://www.meteo.gov.ua/> (access date: 08/31/2022).
 22. Vorontsov, A.I., Mozolevska, O.G. & Sokolova, E.S. (2002). Tekhnolohiia zakhystu lisu [Forest protection technology]. K., Ekologiya, 304.
 23. Zerova, M.D., Nikytenko, H.M. & Gershenzon, Z.S. (2007). Kashtanova minuiucha mil v Ukraini [Horse-chestnut leaf-miner in Ukraine]. K., 88.

Bondareva L., Tarnavskiy N. (2023).

THE MAIN FACTORS INFLUENCING THE DAMAGE AND POPULATION DYNAMICS OF CAMERARIA OHRIDELLA (DESCHKA & DIMIC, 1986) IN URBAN PLANTATIONS OF KYIV REGION

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 128-141.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48298>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.012](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.012)

Abstract. In Ukraine, the horse-chestnut leaf-miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986) was first discovered in 2002 in the Lviv region. Currently, the species is widespread in Ukraine and its range continues to expand. The consequence of the life activity of the miner lies in severe damage to the leaves and premature defoliation, negatively affecting the accumulation

of reserves of nutrients necessary to maintain the vitality of plants in the winter and restore growth in the spring. The article provides data on the first detection and further spread of the invasive pest of horse-chestnuts *C. ohridella* in the world and on the territory of Ukraine. The phytosanitary condition of horse-chestnut trees (*Aesculus hippocastanum* L.) in the conditions of urban plantations in Makariv town, Buchansky district, Kyiv region in 2022 was studied. The data of the seasonal dynamics of the number of the pest, tracked with the help of pheromone monitoring, are given. In the course of route surveys of horse chestnut plantations, the phytosanitary condition of the trees on both sides of the road in the city of Makariv along Dmitriy Rostovsky Street and on the territory of the Makariv Lyceum No. 1 was assessed according to the following criterias: damage to the crown, the degree of damage to the leaf plates, and the overall vitality of the trees. The condition of each tree was assessed with a certain number of points according to the appropriate methods. According to the conducted surveys, it was found that the trees that were located on the isolated territory of the Lyceum suffered less damage from the phytophagus during the month and had significantly higher vitality and decorativeness, compared to the horse-chestnuts that grew along the road. Phytophage pheromone monitoring showed that the number of *C. ohridella* recorded in traps on both sides of the roadway on Dmitry Rostovsky Street significantly exceeded the number of insects caught on the territory of the educational institution. A clear inverse relationship between the number of insects caught and meteorological conditions was established: during heavy rains with high air humidity, the flight of the chestnut miner almost completely stopped, and the number of insects in the traps was close to zero, and vice versa.

Key words: *Aesculus hippocastanum*, state of plantations, phytosanitary assessment, *Cameraria ohridella*, pheromones, monitoring, abiotic and anthropogenic influence.

ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ЧОТИРИНОГИХ КЛІЩІВ (ACARI: ERIOPHYOIDEAE) В УРБОФІТОЦЕНОЗІ М. КИЄВА

Л.М. БОНДАРЕВА,

кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ентомології,
інтегрованого захисту та карантину рослин
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: lnubip69@gmail.com,
<http://orcid.org/0000-0002-8171-2338>

П.Я. ЧУМАК,

кандидат сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України
E-mail: Chumakp@i.ua,
<https://orcid.org/0000-0002-2053-2341>

Н.В. КУШНІР,

кандидат біологічних наук,
Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка
Національної академії наук України;
E-mail: crocusnat8@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9659-8814>

А.М. ГНАТЮК,

кандидат біологічних наук,
Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка
Національної академії наук України;
E-mail: gnatiukalla@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0001-5001-971X>

Анотація. Надродина Eriophyoidea є великою і різноманітною групою кліщів, що включає низку видів, які мають економічне значення, головним чином на багаторічних рослинах у сільському та лісовому господарстві. У цій статті оновлено останні дані щодо видового різноманіття і поширення еріофіоїдних кліщів у фітоценозах м. Київ. Моніторинг чотириногих кліщів проводили в 2012-2022 рр. з травня по вересень на території Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна, Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка Національної академії наук України, в парках, скверах і вуличних насадженнях м. Києва. Під час проведення досліджень використовували

польові та лабораторні методи згідно із загальноприйнятими в акарології методиками. В результаті проведених обстежень встановлено, що за сучасного стану фітоценозів м. Києва фауна чотириногих кліщів налічує 28 видів із 11 родів (*Acalitus* – 2 види, *Aceria* – 9, *Aculops* – 1, *Aculus* – 5, *Anthocoptes* – 1, *Eptrimerus* – 1, *Eriophyes* – 4, *Phyllocoptes* – 1, *Phytoptus* – 1, *Trisetacus* – 2, *Vasates* – 1 вид). Інвазивні види становлять 21,4 %. До них належать *Aceria erineus*, *Aceria loewi*, *Aculus hippocastani*, *Anthocoptes platynotus*, *Eriophyes vitis*, *Vasates allotrichus*. Найбільш поширеними є 4 види кліщів: *Eriophyes tiliae*, *Aceria petanovicae*, *Aceria fraxinivorus* і *Aceria cephalonea*. Значною шкідливістю характеризуються сім видів еріофіоїд: *Aceria erineus*, *Aceria fraxinivorus*, *Aceria petanovicae*, *Aculus tetanothrix*, *Eriophyes leiosoma*, *Eriophyes pyri*, *Eriophyes tiliae*. В статті подано кормові рослини, дана коротка характеристика особливостей типів пошкодження і трапляння чотириногих кліщів у фітоценозах м. Києва. Практична цінність роботи полягає в тому, що інформація про присутність, чисельності та поширення чотириногих кліщів допоможе у прийнятті майбутніх управлінських рішень, а також для спрямування майбутніх зусиль для досягнення базових, специфічних і прикладних цілей у захисті рослин, а також для розуміння більш загальних акарологічних аспектів.

Ключові слова: зелені насадження, чотириногі кліщі, гали, різноманіття, рослини-господарі.

Вступ.

Зелені насадження відіграють важливу роль у формуванні міського ландшафту, покращенні його архітектури та створенні сприятливого середовища проживання людини. Але на сьогодні стан деревних рослин в умовах міста значно погіршився із-за стрімко зростаючого впливу абіотичних, біотичних та антропогенних факторів. Серед фітофагів рослин в умовах урбофітоценозів домінують за чисельністю комахи і кліщі. З поміж останніх окремою біологічною, екологічною і таксономічною групою виділяються чотириногі кліщі надроду *Eriophyoidae*.

Еріофіоїди є обов'язковими живителями рослин з незвичайною морфологічною, біологічною та поведінковою спеціалізацією порів-

няно з іншими кліщами. Вони дуже специфічні до рослин-господарів, 80%, 95% і 99% відомих видів були зареєстровані лише на одному виді рослин, роду або родині, відповідно (Skoracka A. et al., 2010). Відомо, що багато з них є основними шкідниками сільськогосподарських і декоративних культур, дикорослих рослин, трав, а також рослин міських і громадських лісів, але рідко спричиняють їхню загибель (Lindquist E.E. et al., 1996). Деякі з них посилюють свій вплив, передаючи віруси рослин (Albrecht T. et al., 2022; De Lillo E. et al., 2018; Skoracka A. et al., 2018). Інші види ефективно перешкоджають інвазивним чужорідним видам рослин (Smith L., 2005; Varia, S. et al., 2022). Кліщі родини *Diptilomiopidae* є бродячими і мають тривіальний інтерес. І навпаки, близько третини

відомих видів з родин *Phytoptidae* та *Eriophyidae* викликають утворення галів або плям щільної повсті, різні деформації, які добре помітні на рослинах неозброєним оком і це зумовлює зниження декоративності рослин і чагарників у зелених насадженнях міст. Пошкоджуючи асиміляційні тканини, галоутворюювачі завдають рослинам значної шкоди, яка проявляється в пригніченні накопичення біомаси. Це затримує ріст і розвиток і без того фізіологічно ослаблених організмів, що знаходяться в несприятливих екологічних умовах.

Здатність викликати утворення галів з'явилася під час еволюції в різних лініях еріофіоїдних кліщів. Гали еріофіоїдів – це новоутворення на молодих частинах рослин, що виникають внаслідок зміни ростової програми клітин, пошкоджених кліщами. Механізм, що лежить в основі галогенезу, поки що не відомий; припускають, що він ґрунтується на тонкій регуляції співвідношення концентрацій фітогормонів в інфікованих органах рослин. Наразі встановлено, що галл – індукований агент локалізований у слині кліщів, але хімічна природа цієї речовини поки не відома (De Lillo E. et al., 2004).

Будучи паразитичними, еріофіоїди зазнали адаптивного морфологічного спрощення, маючи лише чотири ноги, нечисленні щетинки, справжні очі та червоподібне тіло. Ці кліщі розміром приблизно 200-300 мкм майже невидимі неозброєним оком. Тому оцінка щільності популяції чотириногих кліщів і пов'язані з цим втрати врожаю є складним завданням. Їх дрібний розмір і прихований спосіб життя є перешкодою для докладних досліджень з визначення їх впливу на рослини. Незважаючи на свій малий

розмір і низьку рухливість, еріофіоїдні кліщі можуть пасивно поширюватися на великі відстані через повітряні потоки, дощ і, особливо, через торгівлю посадковим матеріалом і з продукцією (Kołataj, K.T., 2017).

Як стверджує ряд авторів (Li N. et al., 2013) кількість існуючих видів еріофіоїдних кліщів становить менше 4500 видів. Однак, це число включає лише описані види еріофіоїдів, що збереглися в колекціях. На думку Sebahat Ozman-Sullivan & Gregory Sullivan (Sebahat K. Ozman-Sullivan et al., 2023) фактична кількість еріофіоїдних видів може бути набагато вищою. Еріофіоїди в тропічних регіонах недостатньо вивчені, і очікується, що там зустрінеться величезна кількість еріофіоїдних таксонів (Amrine J.W. et al., 2003). Слід зазначити, що в мегаполісах України на деревних рослинах зареєстровано понад 70 видів еріофіоїдних кліщів. З поміж дослідників, які вивчали дану групу кліщів на декоративних і плодкових рослинах в Україні слід виділити роботу вченого (Hordienko H.Z., 1974) «Дендрофільні галові кліщі в Ботанічних садах і парках України», де описано фауну галових кліщів надродина Eriophyoidea, характер пошкоджень рослин, наведено розвиток деяких кліщів та заходи обмеження чисельності найшкідливіших видів. Чимало вчених України, а саме І.З. Лівшиць, Н.І. Петрушова, Г.В. Дмитрієв, Л.Г. Апостолов, О.Г. Топчієв, Ю.П. Максимова та інші виявляли і описували нові види чотириногих кліщів, досліджували біологію, поширення окремих видів, екологічну характеристику кліщів залежно від природних зон, закономірності розселення і заходи боротьби з окремими видами кліщів еріофіоїдів, здебіль-

шого з тими, що шкодять культурним рослинам (Ghlobo O.F., 2016).

Нещодавно в Україні було зареєстровано кілька нових видів кліщів (Eriophyoidea, Tetranychidae), які раніше виявляли переважно в південних регіонах (Bondareva L. et al., 2020, Bondareva L. et al., 2021). Швидке поширення еріофіоїдних кліщів часто спричинене кліматичними змінами, які призводять до розширення середовища, придатного для існування цієї групи кліщів-фітофагів (Kuczyński L. et al., 2021). Рослиноїдні кліщі можуть заселяти нові території, на які вони були завезені з видами та сортами рослин з інших регіонів країни або навіть з інших країн. Можливість проникнення фітофагів у різні широти за межі їхнього природного ареалу часто недооцінюють, оскільки навіть один вид кліщів може створити колонію, яка з часом може спричинити масове розмноження шкідника.

Загалом дослідження видового різноманіття і біологічних особливостей чотириногих кліщів на багатьох культурах є актуальними, оскільки неврахування цих небезпечних біологічних факторів може призвести до зниження їх посухо- та морозостійкості, значного зменшення врожайності. Знання фенології і поведінки цих фітофагів необхідні для розробки програм ефективного контролю чисельності чотириногих кліщів, включаючи вплив погодно-кліматичних умов і тип рослин-господаря.

Мета роботи полягала в уточненні видового складу чотириногих кліщів і рослин-господарів у фітоценозах м. Київ. В задачі досліджень входило проведення аналізу таксономічної структури чотириногих кліщів і характеру шкідливості.

Об'єктом дослідження слугували листки, молоді пагони і плоди різних дерев, кущів, трав'янистих рослин.

Предметом дослідження є видовий склад чотириногих кліщів, характер, типи і рівень пошкодження листків.

Матеріали та методи дослідження

Моніторинг проводили в 2012-2022 рр. з травня по вересень на території Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна, Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка Національної академії наук (НАН) України, в парках, скверах і вуличних насаджень м. Києва.

Для виявлення та оцінки чисельності кліщів використовували прозору липучу стрічку згідно методики (Chumak P.Y. et al., 2020). Клейку сторону стрічки розміщували на листках рослин і злегка притискали пальцями. Відбитки, отримані на одному шматочку стрічки, поміщали на предметне скло відповідного розміру липкою стороною до скла, і ножицями відрізали рулон стрічки від препарату. Зразки кліщів помічали маркером. Номер зразка, дату і місце збору відмічали в блокноті. Використання липкої стрічки для дослідження еріофіоїдів дозволило отримати дані про наявність об'єкта і одночасно виявити практично всі стадії як живих, так і мертвих шкідників. Зразки кліщів поміщали на предметні скельця в рідину Хойєра. Ідентифікацію проводили за допомогою мікроскопа Optika B-350. Мікрофотографування живих об'єктів проводили за допомогою мікроскопа Leica M 165C, а фотографування кліщів - за допомогою мікроскопа Optika B-350 та цифрово-

го фотоапарата Sigeta MDC-200 2.0 MP.

Під мікроскопом розглядали кліщів, досліджували ознаки зовнішньої будови дорослої особини. Кліщів ідентифікували згідно методичних рекомендацій (Vernadsky National Library of Ukraine) і за оригінальними рисунками пошкоджень рослин і їх описами, наведеними в низці робіт (Dmitriev G.V., 1969; Hordienko, H.Z., 1974; Rupays, A.A., 1976; Vernadsky National Library of Ukraine). Рослини з виявленими галами фотографували. Окремі листки і пагони збирали для гербаризації та розтину галів.

Гали кліщів дуже різноманітні за будовою, формою і розміром, локалізацією на різних частинах і органах рослин. Кожен вид галоутворювача приурочений до одного або кількох близьких видів рослин і викликає характерні тільки для даного виду гали. Цей факт дає змогу в більшості випадків визначати галоутворювачів до виду.

Результати досліджень.

В результаті проведених досліджень встановлено, що за сучасного стану фітоценозів м. Києва фауна чотириногих кліщів налічує 28 видів із 11 родів (*Acalitus* – 2 види, *Aceria* – 9, *Aculops* – 1, *Aculus* – 5, *Anthocoptes* – 1, *Epitrimerus* – 1, *Eriophyes* – 4, *Phyllocoptes* – 1, *Phytoptus* – 1, *Trisetacus* – 2, *Vasates* – 1 вид). Найбільш шкідливими було сім видів (25 %), а саме: горіховий повстяний кліщ (*Aceria erineus*), ясеневий качанний кліщ (*Aceria fraxinivorus*), бузковий листовий кліщ (*Aceria petanovicae*), вербовий галовий кліщ (*Aculus tetanothrix*), липовий повстяний кліщ (*Eriophyes leiosoma*), грушевий гало-

вий кліщ (*Eriophyes pyri*) і липовий галовий кліщ (*Eriophyes tiliae*).

Серед досліджених кліщів інвазійними є шість видів: горіховий повстяний кліщ (*Aceria erineus*), бузковий бруньковий кліщ (*Aceria loewi*), кінсько-каштановий кліщ (*Aculus hippocastani*), кизилловий листовий кліщ (*Anthocoptes platynotus*), виноградний повстяний кліщ (*Eriophyes vitis*), акацієвий іржастий кліщ (*Vasates allotrachus*), що становить 21,4 % від загальної кількості видів кліщів.

Найбільш поширеними були 4 види кліщів (14,3 %): липовий галовий кліщ (*Eriophyes tiliae*), бузковий листовий кліщ (*Aceria petanovicae*), ясеневий качанний кліщ (*Aceria fraxinivorus*) і кленовий галовий кліщ (*Aceria cephalonea*) (табл. 1).

Кормові рослини, коротка характеристика особливостей типів пошкодження та трапляння чотириногих кліщів у фітоценозах м. Києва.

1. Акацієвий іржастий кліщ – *Vasates allotrachus* (Nalepa, 1894). Кормова порода: робінія звичайна або біла акація – *Robinia pseudoacacia* L. (Fabaceae). На пошкоджених пагонах верхня сторона листків (переважно біля основи) набуває тьмяного, хворобливого вигляду. З часом сильно пошкоджена ділянка листової пластинки набуває іржастого забарвлення. Трапляється спорадично, переважно на порослі.

2. Березовий повстяний кліщ – *Acalitus rudis* (G. Canestrini, 1890) (= *Eriophyes rudis*, *Eriophyes rudis typicus*). Кормові породи: береза поникла або бородавчаста – *Betula pendula* Roth., береза пухнаста – *Betula pubescens* Ehrh. (Betulaceae). Кліщ утворює білі або бурі ділянки повсті на нижній стороні листка.

1. Видове різноманіття чотириногих кліщів фітоценозів м. Києва (2012 – 2022 рр.)

№ п/п	Вид кліща	Ступінь шкідливості
1	<i>Acalitus brevitaris</i> (Fockeu, 1890) – Вільховий повстяний кліщ	++
2	<i>Acalitus rudis</i> (G. Canestrini, 1890) – Березовий повстяний кліщ	+
3	<i>Aceria campestricola</i> (Frauenfeld, 1865) (= <i>A. brevipunctata</i> (Nalepa, 1889) – В'язовий галовий кліщ	++
4	<i>Aceria cephalonea</i> (Nalepa, 1922) – Кленовий галовий кліщ	++
5	<i>Aceria erineus</i> (Nalepa, 1891 – Горіховий повстяний кліщ	++++
6	<i>Aceria fraxinivorus</i> (Nalepa, 1909) – Ясеневий качанний кліщ	++++
7	<i>Aceria loewi</i> (Nalepa, 1890) – Бузковий бруньковий кліщ	++
8	<i>Aceria macrocheluserinea</i> (Trotter, 1902) – Кленовий повстяний кліщ	+
9	<i>Aceria petanovicae</i> (Nalepa, 1925) – Бузковий листковий кліщ	++++
10	<i>Aceria tenellus</i> (Nalepa, 1892) – Грабовий щітковий кліщ	+
11	<i>Aceria tristriatus</i> (Nalepa, 1890) – Горіховий бородавчатий кліщ	++
12	<i>Aculops macrotrichus</i> (Nalepa, 1889) – Грабовий листковий кліщ	+
13	<i>Aculus craspedobius</i> (Nalepa, 1925) – Вербовий листковий кліщ	+
14	<i>Aculus hippocastani</i> (Fockeu, 1890) – Кінсько-каштановий кліщ	+
15	<i>Aculus schlechtendali</i> Nal., 1890 – Яблуневий іржастий кліщ	+
16	<i>Aculus tetanothrix</i> (Nalepa, 1889) – Вербовий галовий кліщ	++++
17	<i>Aculus xylostei</i> (G. Canestrini, 1892) – Жимолостевий листковий кліщ	+
18	<i>Anthocoptes platynotus</i> (Nalepa, 1892) – Кизилловий листковий кліщ	++
19	<i>Epitrimerus pyri</i> Nal., 1891 – Грушевий іржастий кліщ	+++
20	<i>Eriophyes leiosoma</i> (Nalepa, 1892) – Липовий повстяний кліщ	++++
21	<i>Eriophyes pyri</i> Pgst. (1857) – Грушевий галовий кліщ	++++
22	<i>Eriophyes tiliae</i> (Pagenstecher, 1857) – Липовий галовий кліщ	++++
23	<i>Eriophyes vitis</i> (Pgst., 1857) – Виноградний повстяний кліщ	++
24	<i>Phyllocoptes epiphyllus</i> Nalepa 1892 – Ясеневий листковий кліщ	+
25	<i>Phytoptus tetratrichus</i> (Nalepa, 1892) – Липовий крайовий кліщ	+
26	<i>Trisetacus pini</i> (Nalepa, 1887) – Модриновий галовий кліщ	++
27	<i>Trisetacus quadrisetus</i> (Thomas, 1889) – Яловцевий шишкоягідний кліщ	+
28	<i>Vasates allotrichus</i> (Nalepa, 1894) – Акацієвий іржастий кліщ	++

Примітка: Ступінь шкідливості: + – низький; ++ – середній; +++ – високий; ++++ – дуже високий.

3. Бузковий бруньковий кліщ – *Aceria loewi* (Nalepa, 1890) (= *Eriophyes Phytoptus*). Кормова порода: бузок звичайний – *Syringa vulgaris* L. (*Oleaceae*). Поселяється в бруньці, яка деформується, втрачає блискучість, розбухає, луски не щільно стулені. Пошкоджені рослини порівняно із здоровими утворюють менші за розміром листки і пагони з деформованими бруньками. Вважається, що кліщ є вектором збудника мікоплазмозового захворювання бузку, яке впливає на швидкість росту рослин, квітіння, зимостійкість. Кліщ трапляється спорадично, знижує декоративність рослин.

4. Бузковий листковий кліщ – *Aceria petanovicae* (Nalepa, 1925). (= *Aceria saalasii*, *Aculops massalongoi*, *Eriophyes saalasi*, *Vasates massalongoi*, *Phyllocoptes massalongoi*). Кормова порода: бузок звичайний – *Syringa vulgaris* L. (*Oleaceae*). Фітофаг мешкає на верхній і нижній стороні листка, який зверху стає тьмяно-зеленуватий, краї загнуті без потовщення до нижньої поверхні. За сильного пошкодження листки набувають бурого або іржастого забарвлення та всихають. Кліщ трапляється часто, сильно знижує декоративність рослин.

5. Виноградний повстяний кліщ – *Eriophyes vitis* (Pgst., 1857) (= *Phytoptus vitis*). Кормова порода: виноград культурний – *Vitis vinifera* L. (*Vitaceae*). На нижній стороні листка утворює білу або рожеву повсть, яка з часом буріє. Один із небезпечних шкідників винограду культурного. Трапляється спорадично, шкодить, знижує декоративність рослин.

6. Вільховий повстяний кліщ – *Acalitus brevitarus* (Fockeu, 1890) (= *Eriophyes brevitarus*, *Eriophyes brevitarus typicus*, *Eriophyes*

brevitarus phyllerreus). Кормова порода: вільха чорна – *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. (*Betulaceae*). Кліщ утворює окремі щільні неправильної форми повсті на нижній стороні листка. Свіжа повсть білого кольору інколи з рожевим відтінком, з часом жовтіє та стає коричневою. Трапляється спорадично на ділянках із підвищеною вологістю ґрунту та повітря.

7. Вербовий галовий кліщ – *Aculus tetanothrix* (Nalepa, 1889). Кормова порода: на багатьох видах рослин роду *Salix* L. (*Salicaceae*). На верхній стороні листової пластинки утворює дрібні головчасті гали. Гали можуть бути зеленого або червоного забарвлення. Трапляється часто, значне пошкодження рослин спостерігається за масового розмноження фітофага.

8. Вербовий листковий кліщ – *Aculus craspedobius* (Nalepa, 1925). Кормова порода: верба пурпурова – *Salix purpurea* L. (*Salicaceae*). Фітофаг викликає потовщення і гофрування країв листка та загинання їх на нижній бік. Трапляється спорадично.

9. В'язовий галовий кліщ – *Aceria campestricola* (Frauenfeld, 1865) (= *Aceria ulmicola*, *Aculus brevipunctatus*, *Aceria brevipunctatus*, *Eriophyes ulmicola brevipunctatus*). Кормові породи: в'яз голий або гірський *Ulmus glabra* Huds., в'яз гладкий або європейський *Ulmus laevis* Pall. (*Ulmaceae*). На листку утворює мішкоподібні круглі гали (діаметром 1-2 мм), жовто-зеленого кольору, які з часом вони набувають темно-коричневого кольору. Гали зовні опушені, в середині блискучі, гладенькі. Вхідний отвір знаходиться на нижній стороні листка. Він без чітко вираженого валика, стінки вхідного каналу вкриті густими волосками. Кліщ трапляється часто, значно шкодить в'язам та

знижує їх декоративність.

10. Горіховий повстяний кліщ – *Aceria erineus* (Nalepa, 1891). Кормова порода: горіх грецький або волоський – *Juglans regia* L. (*Juglandaceae*). На верхній стороні листка спричиняє утворення випуклостей, розміром з квасолину. З нижньої сторони листка, під випуклістю, утворюється впадина, стінки якої вкриті білою повстю. Кліщ трапляється часто на деревах, що зростають в парках, значно шкодить, знижує декоративність горіхів.

11. Горіховий бородавчатий кліщ – *Aceria tristriata* (Nalepa, 1890). Кормова порода: горіх грецький або волоський – *Juglans regia* L. (*Juglandaceae*). На верхній і нижній стороні листка спричиняє утворення характерних вузликових дрібних галів. Кліщ трапляється часто на деревах, що зростають в парках, значно шкодить, знижує декоративність горіхів.

12. Грабовий листковий кліщ – *Aculops macrotrichus* (Nalepa, 1889). Кормова порода: граб звичайний – *Carpinus betulus* L. (*Betulaceae*). На листку формуються хвилясті складки вздовж бічних жилок. Трапляється часто, значне пошкодження рослин спостерігається за масового розмноження фітофага.

13. Грабовий щітковий кліщ – *Aceria tenellus* (Nalepa, 1892). Кормова порода: граб звичайний – *Carpinus betulus* L. (*Betulaceae*). На нижній стороні листка в місці розходження жилок (переважно біля основи листка) утворює скупчення (щіточки) волосинок. З верхньої сторони, над місцем пошкодження утворюється невелика опуклість. Трапляється спорадично, значне пошкодження рослин кліщем невідмічене.

14. Грушевий іржастий кліщ –

Epitrimerus pyri (Nalepa, 1891). Кормова порода: груша звичайна – *Pyrus communis* L., груша верболиста – *P. salicifolia* Pall. (*Rosaceae*). Викликає деформацію листка, краї загигаються вверху, нижня сторона набуває бронзового відтінку. Фітофаг пошкоджує також квітки, що спричиняє обпадання молоді зав'язі. Трапляється часто, шкодить, знижує декоративність рослин.

15. Грушевий галовий кліщ – *Eriophyes pyri* (Pgst.). Кормова порода: груша звичайна – *Pyrus communis* L., глід одноматочковий – *Crataegus monogyna* Jacq., кизильник горизонтальний – *Cotoneaster horizontalis* Decne. (*Rosaceae*). На листках викликає утворення округлих до 3-4 мм в діаметрі, гладеньких галів, що спершу мають світло-зелене, пізніше темно-коричневе забарвлення. Вхідний отвір, переважно з нижньої сторони листка. Пошкоджує бруньки і листки, що ближче до основи штамбу. Трапляється регулярно, сильно шкодить, знижує декоративність рослин.

16. Жимолостевий листковий кліщ – *Aculus xylostei* (Canestrini, 1892) (= *Eriophyes xylostei*). Кормова порода: жимолость звичайна – *Lonicera xylosteum* L. (*Caprifoliaceae*). Фітофаг викликає утворення щільно гофрованих країв («гармошка») завернутих на верхню сторону листка. Трапляється часто, знижує декоративність рослин.

17. Кінсько-каштановий кліщ – *Aculus hippocastani* (Fockeu, 1890) (= *Vasates*, *Aceria*, *Eriophyes*, *Phytoptus*, *Vasates hippocastani*). Кормова порода: кінський каштан звичайний – *Aesculus hippocastanum* L. (*Hippocastanaceae*). На нижній стороні листка в місці розходження жилок (переважно біля основи листка)

утворює скупчення (щіточки) воло-
синок. Трапляється часто, але відчут-
ного пошкодження рослин кліщем не
спостерігається.

18. Кизилловий листковий кліщ –
Anthocoptes platynotus (Nalepa, 1892).
Кормова порода: кизил чоловічий або
звичайний – *Cornus mas* L. (Cornaceae
D.Bercht. and J.Presl.). За заселених
кліщем рослинах зовнішніх ознак
пошкодження листків майже не від-
мічено. Лише на нижній стороні біля
основи бічних жилок спостерігається
незначна деформація листової пласти-
ни по обидва боки жилок. Знебарвлен-
ня відсутнє. Трапляється регулярно.

19. Кленовий галовий кліщ –
Aceria cephalonea (Nalepa, 1922).
Кормова порода: клени (*Acer*
pseudoplatanus L., *A. campestre* L. *A.*
tataricum L. тощо) (*Aceraceae*). Утво-
рює дрібні (до 1,0 мм) головчасті,
червонуваті гали на верхній пластин-
ці листка. Вхідний отвір знаходиться
знизу. Сильно уражені листки скру-
чуються. Шкідник характеризується
утворенням локальних спалахів ма-
сового розмноження в умовах затіне-
них ділянок парків, знижує декора-
тивність рослин.

20. Кленовий повстяний кліщ –
Aceria macrocheluserinea (Trotter,
1902). (= *Aceria erobia*, *Eriophyes*
macrochelus pseudoplatani). Кор-
мова порода: клен гостролистий –
Acer pseudoplatanus L. (*Aceraceae*).
На нижній стороні листка утворює
жовто-білі закруглені, дрібні плями
вкриті повстю. З часом повсть набу-
ває буро-коричневого забарвлення.
За сильного пошкодження спостері-
гається деформація листка. Спора-
дичне пошкодження рослин кліщем
спостерігається в парках на ділянках
загущених рослин.

21. Липовий галовий кліщ –

Eriophyes tiliae (Pagenstecher, 1857).
Кормова порода: липа дрібнолиста –
Tilia cordata Mill., липа широколиста
– *Tilia platyphyllos* Scop. (*Tiliaceae*).
На верхній стороні листової пластин-
ки утворює рогоподібні червонуваті,
інколи світло-зелені добре помітні
гали заввишки до 10-15 мм. Вхідний
отвір розташований знизу. Найбільш
поширений шкідник цих порід, що
значно знижує їх декоративність.

22. Липовий крайовий кліщ –
Phytoptus tetratrichus (Nalepa, 1892).
Кормова порода: липа дрібнолиста
– *Tilia cordata* Mill., *Tilia tomentosa*
Moench і *Tilia americana* L. (*Tiliaceae*).
Фітофаг загортає край листка на верх-
ню сторону, утворюючи потовщення,
що набуває світло-зеленого забарв-
лення. За сильного пошкодження
виникають по всій поверхні листка
своєрідні складки, в яких мешкають
кліщі. Внаслідок, листок деформу-
ється і скручується. Декоративність
рослин значно знижується.

23. Липовий повстяний кліщ –
Eriophyes leiosoma (Nalepa, 1892).
Кормова порода: липа дрібнолиста –
Tilia cordata Mill. (*Tiliaceae*). Мешкає
на нижній стороні листка, утворюю-
чи повстяні гали біло-жовтих плям.
На протилежній стороні листової
пластинки, навпроти галів утворю-
ються світлі плями. За сильно пошко-
дження листки деформуються, всиха-
ють та передчасно опадають. Масове
пошкодження липи спостерігається в
затінених ділянках парків та знижує
декоративність рослин.

24. Модриновий галовий кліщ –
Trisetacus laricis (Tubef, 1897). (= *Eriophyes*
pini laricis, *Trisetacus pini*,
Phytoptus laricis). Кормова порода:
модрина сибірська – *Larix sibirica*
Ledeb. (*Pinaceae*). Фітофаг викликає
розростання молодих шишок, тер-

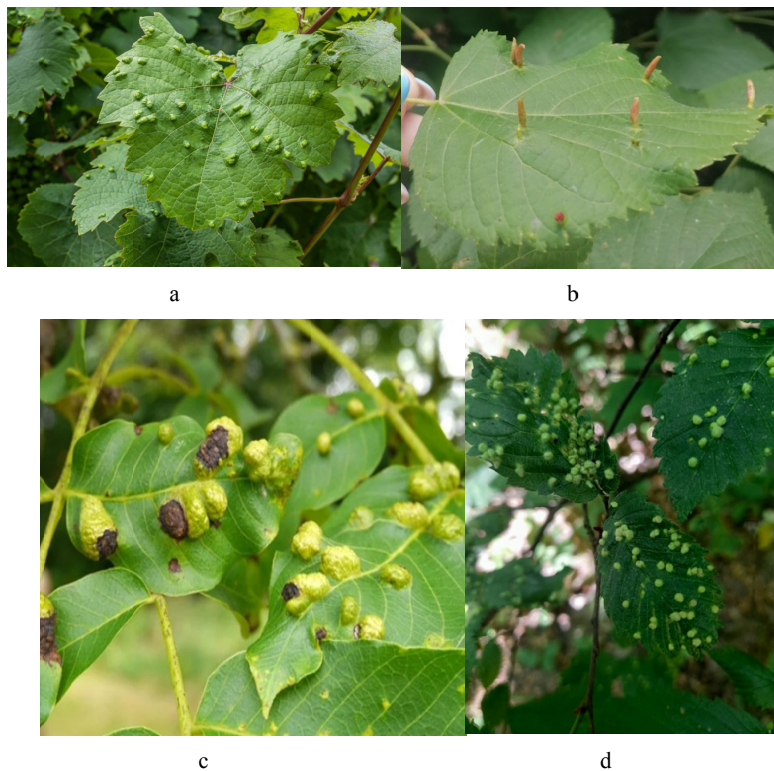


Рис. 1. Листки рослин пошкоджені чотириногими кліщами

a – виноградний повстятий кліщ – *Eriophyes vitis*; b – липовий галовий кліщ – *Eriophyes tiliae*; c – горіховий повстятий кліщ – *Aceria erinea*; d – вільховий галовий кліщ *Eriophyes laevis*.

мінальних бруньок пагонів рослин та зменшення їх довжини. Шкідник знижує декоративність рослин.

25. Яблуневий іржастий кліщ – *Aculus schlechtendali* (Nalepa, 1890). Кормова порода: яблуня Сіверса або Недзвєцького – *Malus sieversii* (Ledeb.) M. Roem. (*Rosaceae*). Кліщ поселяється на нижній стороні листка, викликає утворення світлих плям, які з часом набувають бурого відтінку. Зливаючись, плями на листку виглядають іржастими. Часто відбувається опадання сильно пошкоджених листків. Трапляється регулярно, знижує декоративність рослин.

26. Яловцевий шишкоягідний кліщ – *Trisetacus guadrissetus* (Thomas, 1889). Кормова порода: яловець козацький – *Juniperus sabina* L. (*Cupressaceae*). Фітофаг пошкоджує шишко-ягоди, викликає їх розростання та розтріскування у вигляді трьох променів, з яких виступає насіння. Спостерігається передчасне висипання дрібного насіння. Декоративність рослин зберігається.

27. Ясеневий качаний кліщ – *Aceria fraxinivorus* (Nalepa, 1909). Кормова порода: ясен звичайний – *Fraxinus excelsior* L. (*Oleaceae*). На рослинах, заселених кліщем, утво-

рюються гіпертрофовані суцвіття, що нагадують суцвіття цвітної капусти. Влітку пошкоджені суцвіття світло-зелені, потім стають коричневими і залишаються на рослинах до наступної весни, що знижує декоративність рослин.

28. Ясеневий листковий кліщ – *Phyllocoptes epiphyllus* (Nalepa, 1892). Кормова порода: ясен звичайний – *Fraxinus excelsior* L. (*Oleaceae*). Фітофаг загортає краї листка на нижній бік. Загорнута частина не деформована та не потовщена. Крім деформації листок набуває мармурового з жовтизною відтінку. В середині літа листя темніє і засихає, довго лишаються на дереві, надаючи йому непривабливого вигляду.

Характер шкоди, спричинений чотириногими кліщами та оцінка втрат урожаю все ще потребують детальних досліджень, якщо потрібно спланувати відповідні стратегії контролю чисельності та зменшення ризику. Важливим заходом захисту рослин від кліщів є дотримання основних профілактичних прийомів. Рослини, які висаджують повинні бути достатньо ізольовані від тих місць, де спостерігалися насадження заселені кліщами-фітофагами.

Садивний матеріал має бути обов'язково перевірений на відсутність заселення шкідниками. Крім того, повинні бути дотримані всі агро-технічні прийоми догляду за рослинами. А знання про стійкість сортів сільськогосподарських культур до кліщів-фітофагів дозволяють зменшити пестицидне навантаження і витрати на проведення захисних заходів.

Висновки і перспективи.

В результаті проведених досліджень встановлено, що за сучасно-

го стану фітоценозів м. Києва фауна чотириногих кліщів налічує 28 видів із 11 родів. Значною шкідливістю характеризуються сім видів еріофіоїд: *Aceria erineus*, *Aceria fraxinivorus*, *Aceria petanovicae*, *Aculus tetanothrix*, *Eriophyes leiosoma*, *Eriophyes pyri*, *Eriophyes tiliae*. Найбільш поширеними є чотири види кліщів: *Eriophyes tiliae*, *Aceria petanovicae*, *Aceria fraxinivorus* і *Aceria cephalonea*.

Надалі необхідно проводити спостереження за окремими видами чотириногих кліщів у різних типах ценозів. Це в майбутньому дасть змогу зробити певні висновки щодо рівня пошкодженості рослин і щільності галів на листових пластинах, оскільки є відомості (Zeroва M.D. et al., 1988), що за масового заселення еріофіоїдами в специфічних умовах спостерігається різке ослаблення рослин, пригнічення окремих кущів і дерев, а іноді й повне їх всихання.

References

1. Amrine, J. W., Jr., Stasny, T. A. H., & Fletchmann, C. H. W. (2003). Revised keys to world genera of Eriophyoidea (Acarina: Prostigmata). Indira Publishing House.
2. Albrecht, T., White, S., Layton, M., Stenglein, M., Haley, S. & Nachappa, P. (2022). Occurrence of wheat curl mite and mite-vectored viruses of wheat in Colorado and insights into the wheat virome. *Plant Disease*, 106(10), 2678–2688. doi.org/10.1094/PDIS-02-21-0352-RE.
3. Bondareva, L. & Chumak, P. (2020). First finding of *Pentamerismus oregonensis* and its abundance (Acari: Tenuipalpidae) on juniper trees in Kyiv, Ukraine. *Persian Journal of Acarology*, 9(3), 299–301. <https://doi.org/10.22073/pja.v9i3.60667>.
4. Bondareva, L. & Chumak, P. Ya. (2021). Eriophyoid mites (Acari: Prostigmata) on com-

- mon pear (*Pyrus communis* L.): Species diversity and varietal attractiveness in the Fomin Botanical Garden (Kyiv, Ukraine). *Persian Journal of Acarology*, 10(3), 35–357. doi: 10.22073/pja.v10i3.68875.
5. Chumak, P.Y., Strygun, O.O. & Borzyh, A.I. (2020). Improving the methods of monitoring the *Quadraspidotus perniciosus*. *Protection and Quarantine of Plants*, 4, 37–38.
6. De Lillo, E., Monfreda, R. (2004). 'Salivary secretions' of eriophyoids (Acari: Eriophyoidea): first results of an experimental model. *Experimental and Applied Acarology*. 34 (3–4): 291–306.
7. De Lillo, E., Pozzebon, A., Valenzano, D. & Duso, C. (2018). An Intimate Relationship Between Eriophyoid Mites and Their Host Plants – A Review. *Frontiers in Plant Science*. 9:1786. doi: 10.3389/fpls.2018.01786
8. Dmitriev, G.V. (1969). *Osnovy zaschity zelenykh nasazhdeniy ot vrednykh chlenistonogih*. [Basics of protecting green spaces from pest arthropods]. Kyiv: Urozhay, 411 p.
9. Ghloba, O. F. (2016). The achievements of scientists in the study of gall mites. *Pereiaslav Chronicle*, 10, 165–173.
10. Hordienko, H.Z. (1974). *Dendrofilni haloviklishchi v botanichnykh sadakh i parkakh Ukrainy* [Dendrophilous gall mites in botanical gardens and parks of Ukraine]. Kyiv: Scientific Opinion, 128 pp.
11. Kołtąj, K.T. (2017). Leaf Blister Mites (*Eriophyes* sp.) as Significant Pests in Orchards. *Modern Environmental Science and Engineering*, 3(3): 180–183.
12. Kuczyński, L., Radwańska, A., Karpicka-Ignatowska, K., Laska, A., Lewandowski, M., Rector, B.G., Majer, A., Raubic, J. & Skoracka, A. (2020). A comprehensive and cost-effective approach for investigating passive dispersal in minute invertebrates with case studies of phytophagous eriophyid mites. *Experimental and Applied Acarology*, 82, 17–31. doi: 10.1007/s10493-020-00532-z.
13. Li, N., Sun, J.-T., Yin, Y., Hong, X.-Y. & Xue, X.-F. (2023). Global patterns and drivers of herbivorous eriophyoid mite species diversity. *Journal of Biogeography*, 50, 330–340. <https://doi.org/10.1111/jbi.14535>
14. Lindquist, E.E. Bruin, J. & Sabelis, M.W. (1996). *Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control*. Elsevier. 345 p.
15. Rupays, A.A. (1976). *Opređitel' vrediteley dekorativnykh i plodovykh derev i kustarnikov po povrezhdeniyam*. [Determinator of pests of ornamental and fruit trees and shrubs by damage]. Riga: Zinatne, 324 p.
16. Sebahat K. Ozman-Sullivan & Gregory T. Sullivan (2023). Global patterns of the species richness and distribution of eriophyoid mites: a response to Li et al. 2023, *Journal of Biogeography*, 00:1–4. DOI: 10.1111/jbi.14713
17. Skoracka, A., Smith, L., Oldfield, G., Cristofaro, M. & Amrine, J.W. (2010). Host-plant specificity and specialization in eriophyoid mites and their importance for the use of eriophyoid mites as biocontrol agents of weeds. *Experimental and Applied Acarology*, 51(1–3), 93–113. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9323-6>
18. Skoracka, A., Rector, B. G. & Hein, G. L. (2018). The interface between wheat and the wheat curl mite, *Aceria tosichella*, the primary vector of globally important viral diseases. *Frontiers in Plant Science*, 9:1098. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01098>
19. Smith, L. (2005). Host plant specificity and potential impact of *Aceria salsolae* (Acari: Eriophyidae), an agent proposed for biological control of Russian thistle (*Salsola tragus*). *Biological control*, 34 (1): 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.03.003>
20. Varia, S., Wood, S.V., Allen, R.M.S. & Mur-

- phy, S.T. (2022). Assessment of the host-range and impact of the mite, *Aculus crassulae*, a potential biological control agent for Australian swamp stonecrop, *Crassula helmsii*. *Biological Control*, 167: 104854 <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104854>.
21. Vernadsky National Library of Ukraine <http://www.nbuv.gov.ua/>
22. Zerova, M.D., Dyakonchuk, L.A. & Yermolenko, V.M. (1988). *Nasekomyie-galloobrazovateli kulturnykh i dikorastushchikh rasteniy evropeyskoy chasti SSSR. Pereponchatokryilye*. [Gall-forming insects of cultivated and wild plants of the European part of the USSR. Hymenoptera] / ed. by E.N. Savchenko. K.: Naukova dumka, 160 p.
-

**Bondareva L., Chumak P., Kushnir N., Hnatiuk A. (2023).
THE SPECIES DIVERSITY OF FOUR-LEGGED MITES (ACARI: ERIOPHYOIDEAE)
IN THE URBOPHYTOCENOSIS OF KYIV**

BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 14(3-4): 142-154.

<https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/48291>

[http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.013](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.013)

Abstract. The superfamily Eriophyoidea is a large and diverse group of mites that includes a number of species of economic importance, mainly on perennial plants in agriculture and forestry. This article updates the latest data on the species diversity and distribution of eryophyoid mites in the phytocoenoses of Kyiv. Monitoring of four-legged mites was carried out in 2012-2022 from May to September on the territory of the Fomin Botanical Garden, the M.M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, in parks, squares and street plantings of Kyiv. During the research, field and laboratory methods were used in accordance with generally accepted methods in acarology. As a result of the surveys, it was found that in the current state of phytocoenoses in Kyiv, the fauna of four-legged mites includes 28 species from 11 genera (*Acalitus* - 2 species, *Aceria* - 9, *Aculops* - 1, *Aculus* - 5, *Anthocoptes* - 1, *Eptrimerus* - 1, *Eriophyes* - 4, *Phyllocoptes* - 1, *Phytoptus* - 1, *Trisetacus* - 2, *Vasates* - 1 species). Invasive species account for 21.4 %. They include *Aceria erineus*, *Aceria loewi*, *Aculus hippocastani*, *Anthocoptes platynotus*, *Eriophyes vitis*, *Vasates allotrichus*. The most common are 4 species of mites: *Eriophyes tiliae*, *Aceria petanovicae*, *Aceria fraxinivorus* and *Aceria cephalonea*. Seven species of Eriophyceae are characterised by significant harmfulness: *Aceria erineus*, *Aceria fraxinivorus*, *Aceria petanovicae*, *Aculus tetanothrix*, *Eriophyes leiosoma*, *Eriophyes pyri*, *Eriophyes tiliae*. The article presents the fodder plants, gives a brief description of the peculiarities of the types of damage and the occurrence of four-legged mites in the phytocoenoses of Kyiv. The practical value of the work is that the information on the presence, abundance and distribution of the four-legged mites will help in monitoring and making future management decisions.

Keywords: green spaces, four-legged mites, galls, biodiversity, host plants.
